CHARLES DARWIN, M. A. R. S.

JEOLOJIA
DE LA
AMÉRICA MERIDIONAL

(GEOLOGICAL OBSERVATIONS ON SOUTH AMERICA
Voyage of H. M. S. "Beagle")

VERSION CASTELLANA

TRADUCIDA DIRECTAMENTE DEL INGLES DE LA 2.ª EDICION I ADICIONADA

POR

Alfredo Escuti Orrego

(PUBLICADO COMO ANEXO A LOS ANALES DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE)



SANTIAGO DE CHILE
IMPRENTA CERVANTES
BANDERA, 50

1906

JEOLOJIA

DE LA

AMÉRICA MERIDIONAL

CHARLES DARWIN, M. A. R. S.

JEOLOJIA

DE LA

AMÉRICA MERIDIONAL

(GEOLOGICAL OBSERVATIONS ON SOUTH AMERICA
Voyage of H. M. S. "Beagle")

VERSION CASTELLANA

TRADUCIDA DIRECTAMENTE DEL INGLES DE LA 2.ª EDICION I ADICIONADA

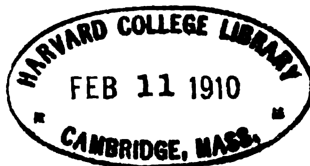
POR

Alfredo Escuti Orrego

(PUBLICADO COMO ANEXO A LOS ANALES DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE)



SANTIAGO DE CHILE
IMPRENTA CERVANTES
BANDERA, 50
1906


HARVARD COLLEGE LIBRARY
FEB 11 1910
CAMBRIDGE, MASS.



Carta del profesor don Augusto Orrego Cortes

Santiago 13 de Febrero de 1905.

Señor don A. Escuti Orrego.

Antofagasta.

Estimado señor:

He recibido su mui atenta del 20 del pasado, que paso a contestar.

Me dice Ud. que ha terminado la version castellana de la luminosa memoria científica del ilustre naturalista i eminente jeólogo Mr. Charles Darwin, titulada modestamente por este sabio «Geological Observations on South America» i me indica que desea conocer mi opinion respecto al mérito actual de esta obra i a la utilidad de su version.

Empezaré por dar a Ud. las gracias por el inmerecido honor que me dispensa, i a la vez mis mas sinceras felicitaciones por haber llevado a cabo un trabajo de tan trascendental importancia para el conocimiento de la geolojía de nuestro pais. Ud. ha llenado un vacío inmenso al poner al alcance de nuestros compatriotas un libro monumental, como todo lo que ha salido del cerebro prodijioso de Darwin.

Muchos años han pasado, desde que por primera vez llegó a mis manos la segunda edicion de la «Geolojical Observations» (1876) en tiempos en que aun podia traducir del ingles, i desde entónces acá, cuántas veces no he lamentado que álguien, el Gobierno mismo, por ejemplo, no emprendiera la traduccion de un libro de tan vital importancia para nosotros.

Se ha editado en España la obra «Mi viaje al rededor del mundo», del mismo autor, pero no conozco ninguna traduccion española del libro que Ud. ha traducido; sin duda porque no está al alcance del vulgo por mas que las obras de esta clase interesen directa o indirectamente a todos.

Si Ud. me permite ser franco diré a Ud. que creo que debe conservarse a la obra el título que el autor le dió i que el de Geolojía de la América Meridional que Ud. piensa darle, saca ese trabajo de los límites que el mismo Darwin le impuso. Piense Ud. que la América Meridional no es sólo la Patagonia, Chile i algo de las costas del Uruguai i Perú sino que tam-

bien la constituyen el Brasil i las Guayanas, Venezuela, Colombia i Ecuador, paises de que no pudo absolutamente ocuparse Darwin en su obra.

Es cierto que en la *Beagle* visitó las costas de Bahía i Rio Janeiro, i que con la rápida penetracion del jenio, observó allí algunos hechos geognósticos; pero de paso, i sin nacer de ninguna manera la jeolojía de un pais inmenso que no tuvo ocasion de conocer sino en los puntos indicados.

Como lo dice su título, el libro de Darwin sólo se ocupa de las observaciones geolójicas sobre las islas volcánicas i parte de Sud-América visitadas durante el viaje de la corbeta *Beagle*, i le pido disculpas, si creo que debe conservársele a la traduccion del libro el carácter que el mismo autor quiso darle.

Una obra de esta naturaleza, de mas seiscientas pájinas, que tanto se ocupa de Chile i que supongo que Ud. ha traducido íntegramente, requiere, si ha de ir acompañada de los cortes geolójicos coloreados a traves de los Andes chilenos, un gasto considerable de paciencia, de entusiasmo i de dinero, i creo que seria justo que el Gobierno de nuestro pais concurriera en parte a su publicacion. De esa manera se daria tambien al trabajo del ilustre sabio una contribucion oficial, que seria sin duda estimada en su verdadero valor por los compatriotas del eminen- Darwin i por todos sus admiradores del mundo entero.

En verdad, no puedo ménos de esperimentar sorpresa al ver que hai todavia en nuestro pais hombres

pensadores, de cultivada intelijencia, que apartándose deliberamente como Ud. lo hace en este caso, del camino de los negocios i del lucro, concurren con intenso esfuerzo, a la realizacion de una obra semejante.

Aunque no tomara Ud. en cuenta en su traduccion las observaciones de Darwin referentes a las islas volcánicas i a Australia i Nueva Zelanda i se redujera solamente a publicar las que se refieren a la Patagonia i a Chile, agregando los cortes gráficos de la cordillera por el Portillo Uspallata i Copiapó, habria llevado Ud. a cabo, con esto sólo una obra patriótica de la mas alta importancia.

Termino felicitando calurosamente a Ud. por su trabajo, i ofreciéndome de Ud. su mui atento servidor i amigo.

A. Orrego Cortes.



Introduccion

Ofrecemos al público la primera version castellana de la luminosa Memoria científica del ilustre naturalista i jeolójo MR. CHARLES DARWIN, titulada *Geological Observations on South America*, que es una verdad era esposicion jeognóstica de las formaciones sedimentarias e ígneas de Chile i Arjentina, i de las teorías que se relacionan con su oríjen.

No conozco ningun trabajo de este jénero que le exceda en importancia i en Chile, a cuyo estudio dedicó gran parte de su labor el ilustre viajero, no se ha dado otra noticia de su obra que un estracto del segundo capítulo, debido a la pluma de don Ignacio Domeyko, sobre el *Solevantamiento de la costa de Chile*.

Esta obra notable, escrita por Darwin en los años de 1844 a 1845 i publicada en 1846, fué el producto de tres años i medio de observaciones dedicados en

América al estudio i sobre el terreno, de la Jeolojía de Chile, Arjentina i Perú.

Esta obra, que ha sido olvidada por sus contemporáneas i, lo que es mas inesplicable, por los hombres ilustres de la América latina, es uno de los títulos mejores del gran sabio a la fama que ha hecho de su nombre una gloria imperecedera.

El gran éxito que obtuvo su célebre obra sobre el «Oríjen de las Especies» por la novedad i osadía de sus especulaciones i teorías, lo colocó al lado de los mas grandes biolojistas i eclipsó, por decirlo así, al jeólogo, no ménos eminente, pero cuyas revolucionarias ideas, no encontraron terreno bastantemente preparado para fructificar en los jeólogos de esa época. La influencia de la autoridad, acatada como la última palabra, dejó olvidadas sus teorías, que el tiempo i la ciencia han confirmado plenamente.

Los dos primeros capítulos se ocupan en el estudio del solevantamiento de las costas orientales i occidentales de la América del Sur i de las pruebas de estos grandes e intermitentes movimientos de elevacion que se han producido durante épocas jeolójicas mui recientes. Con este motivo estudia los efectos de los temblores con relacion a los cambios de nivel que permanentemente se producen i llama la atencion a la asombrosa rapidez con que desaparece la evidencia de esos efectos, i sobre todo a la notable accion del agua de lluvia, que filtrándose a traves de los depósitos destruye todo vestijio de

seres orgánicos o conchas. De esto concluye que la conservacion de restos paleontolójicos sólo puede tener lugar durante los períodos de una lenta i prolongada inmersion de los estratos: lo que conduce a la mas ámplia jeneralizacion de que las medallas jeolójicas no pueden formar un conjunto sino a lo mas una serie de eslabones mas o ménos aislados.

El capítulo tercero trata de los llanos i valles de Chile i del oríjen de los depósitos salinos: sal, yeso i salitre o nitrato de soda. Este asunto ha sido mui discutido por los hombres de ciencia, i se han excojitado varias teorías para darle solucion, la cual aun no se ha sentado definitivamente.

Darwin llama la atencion a la ausencia casi completa de conchas marinas en las capas de estos depósitos, pero hace presente igualmente que si estos fueron formados en aguas someras, elevados en seguida i espuestos a la accion aluvial, las conchas i demas restos orgánicos calcáreos han debido desaparecer por solucion.

Los capítulos que siguen tratan de los terrenos o formaciones recientes i terciarias i, siguiendo el método de Lyell, se ocupa primeramente de los depósitos que actualmente se van formando en la superficie terrestre para pasar en seguida al estudio de los que se han fornado inmediatamente despues.

La descripcion que hace del Pleistoceno de las Pampas de la vecina República, con sus maravillosos restos de mamíferos extinguidos, tales como el Mastodonte, el Texodon, el Scelidotherium, el Ma-

crauchenia, el Megatherium, el Megalonyx, el Mylodon i el Clyptodon es mui interesante, i su descubrimiento de una especie de Equus vino a confirmar plenamente el hecho, ya constatado en la América del Norte, de que el caballo, a la llegada de los españoles, era ya una especie extinguida.

Llamó mucho su atencion el estrecho parentesco que observó entreesos tipos extinguidos i los que viven actualmente; los grandes mamíferos enumerados tienen sus análogos en el Perezoso, el Armadillo, la Cavia, la Capybara i la Llama actuales.

Los estudios de Darwin sobre la naturaleza i oríjen de estos depósitos fueron secundados, a solicitud de él mismo, por el doctor Carpenter i el profesor Ehremberg, de Berlin, en lo que se refiere a su exámen microscópico.

En el siguiente capítulo trata de las formaciones antiguas terciarias, i hace una prolija enumeracion de las conchas i restos vejetales que las caracterizan, como así mismo de las áreas de dispersion o centro de distribucion de estos moluscos. Sus observaciones a este respecto lo conducen a afirmar que «las causas que dieron un carácter tropical a las producciones terciarias mas antiguas de las zonas templadas de Europa fueron solo de carácter local»; aseveracion que venia a echar por tierra la creencia actual de los jeólogos en una elevacion universal de temperatura en este período de la historia.

Descendiendo la escala jeolójica, constató que se hallaban mezcladas en una misma formacion los se-

res que en la Europa son característicos de dos distintos períodos: el Jurásico i el Cretáceo. De este hecho dedujo la importante i lejítima conclusion que la clasificacion de los períodos jeolójicos, perfectamente adaptable a los hechos hasta ahora conocidos, es inaplicable universalmente, i que cada gran período jeolójico ha presentado una distribucion jeográfica de las formas vivientes, animales o vejetales, análoga a la que presentan actualmente.

Estas opiniones, en abierta oposicion con las que entónces i posteriormente reinaron sobre las formaciones universales, manifiestan la independencia de criterio que presidia a las especulaciones de este sabio.

El capítulo sesto contiene un admirable estudio sobre las rocas cristalinas, i sus conclusiones introducen una verdadera revolucion en la ciencia jeolójica. Los argumentos con que las sustenta, aunque han sido barrenados por algunos hombres eminentes tales como Sir B. Murchison i el doctor A. Geikie i olvidados por una jeneracion, empiezan a resurjir, reivindicando el lugar que les corresponde entre los mas grandes descubrimientos de la Jeolojía.

Estudiando las rocas de la cordillera, Darwin se apercibió de las estrechas relaciones que existen entre las rocas Plutónicas o graníticas i las que fluyeron indubitablemente a manera de lavas. Ayudado por el profesor Miller hizo un exámen prolijo de los minerales que constituyen los granitos i estas rocas o lavas, i logró constatar que bajo todos respectos son

idénticos; que existe una exacta gradacion entre las rocas mas cristalinas o graníticas i las que se hallan constituidas por una masa vítrea en la cual se presentan sus cristales, como son las lavas comunes. La importancia de esta conclusion se puede apreciar teniendo en consideracion que los jeológos creian que todas las rocas mui cristalinas eran mui antiguas jeolójicamente i que las eyecciones ígneas que han tenido lugar desde el comienzo de la era terciaria diferian esencialmente en composicion, estructura i modo de presentarse de las que han aparecido en períodos anteriores del globo.

Estas conclusiones de Darwin han sido plenamente ratificadas por las últimas investigaciones practicadas en Inglaterra, Estados Unidos e Italia, acerca de la transicion gradual de las rocas de verdadera estructura granítica a lavas comunes, transicion comprobada con el análisis microscópico. Investigaciones recientes del profesor Stelzner han demostrado la existencia de una clase de rocas mui cristalinas que reunen los caractéres distintivos de las rocas Plutónicas i volcánicas.

Es verdaderamente digno de notar el que las teorias o elaboraciones científicas de este sabio eminente, despues de medio siglo de olvido, hayan sido completamente ratificadas por la última palabra de la ciencia jeolójica, aquilatándose así cuanto se habia adelantado al progreso de este hermoso ramo del saber este modesto sabio.

Es un hecho, ya definitivamente adquirido, que

toda lava-ácida, intermedia o básica tiene su exacta correspondencia en la serie plutónica; i solamente en su *estructura* se diferencia de su representante plutónico. Miéntras ellas exhiben una estructura completamente vítrea i son en su base o matriz cripto-cristalinas o micro-cristalinas, sus conjéneres plutónicos ofrecen una estructura perfectamente cristalina, pasando a menudo a masas que constan enteramente de cristales de minerales diferentes, sin ninguna base o matriz intermedia.

Pero por transiciones graduales, los materiales vítreos se hacen cristalinos (devitrificacion secundaria); se producen cambios en su composicion química (seudomorfismo) o se experimentan alteraciones simples (paramorfismo.)

Por medio de estos tránsitos, se ha llegado a suponer (Jukes) que si se siguiera hácia abajo hasta las mayores profundidades una masa de pómez, se veria que ésta iba perdiendo gradualmente su carácter poroso, i terminaria por convertirse en una masa sólida (obsidiana), la cual por el desarrollo de cristalitos i microlítos adquiriria caractéres pétreos (riolita i cuarzo felsita), i por último, a medida que los cristales aumentaban en tamaño i perfeccion, la roca se trasformaria en una sustancia holocristalina (micropegmatita i granito); i cambios análogos podrian aplicarse a las lavas intermedias i básicas, siguiéndolas hasta profundidades suficientes.

Todavia mas importantes son las conclusiones de

Darwin con respecto al orijen de los esquistos i *gneiss*, tan abundantes en Chile i la costa del Brasil.

Notando escrupulosamente la direccion e inclinacion de las divisiones paralelas de estas rocas, formula la importante jeneralizacion de que la direccion de los planos de crucero de las pizarras i de la foliacion de los esquistos i *gneiss* permanece constante, aunque su inclinacion varia ámpliamente. Ademas, observó que siempre habia una estrecha correspondencia entre la direccion del crucero i la foliacion i la direccion de los grandes ejes de elevacion.

En las pizarras de la Tierra del Fuego constató el hecho evidente de que sus planos de crucero eran enteramente independientes de su estraficacion orijinal i en ocasiones la cortaban en ángulos rectos.

Verificó, así mismo, las observaciones de Sedgwick sobre la existencia en los planos de crucero de superficies formadas por el desarrollo de nuevos minerales, tales como clorita, epidota o mica, pasando así a constituir verdaderos eslabones entre las pizarras i los esquistos.

Observó, así mismo, que en las rocas mui esquistosas, las hojas suelen contornear i envolver cuerpos estraños ofreciendo a veces las formas mas tortuosas i los pliegues mas complicados. En todos estos casos las fuerzas productoras obraron sobre áreas dilatadas, hallándose en conexion con los grandes movimientos que han solevantado i replegado las rocas.

Darwin insiste en que las hojas distintas de cuar-

zo, feldespato, mica i demas minerales que componen los esquistos metamórficos no han sido depositados a manera de sustancias sedimentarias, como creian los jeólogos de la época, afirmando, en consecuencia, que la foliacion como el crucero no es una estructura orijinal sino secundaria, producto de la recristalizacion de los materiales constitutivos, bajo una enorme presion.

La teoría de Darwin ha sido comprobada por los esperimentos de Tresca, Daubrée i otros sobre la plasticidad de las rocas sujetas a enorme presion; i últimamente por las conclusiones a que se ha arribado en el estudio de la estratificacion i foliacion de las rocas de las Mesas Escosesas.

Para mayor claridad e intelijencia de las materias tratadas en esta obra, presentamos el siguiente cuadro cronolójico.

HORIZONTES JEOLÓJICOS DE LA CORDILLERA DE LOS ANDES, DESDE EL TRÓPICO DE CAPRICORNIO AL SUR, I DE LAS FORMACIONES QUE LE ESTÁN SUBORDINADAS.

Pleistoceno

- **A.**—Playas arenosas recientes; bancos de conchas i toba caliza; restos del hombre o utensilios de la industria aboríjen; arenas voladoras i escombros de las montañas; aluviones modernos que cubren los lechos i cuencas hidrográficas de los rios; huano de las costas e islas i depósitos salinos.
- **B.**—Terrenos cuaternarios que forman las pampas arjentinas i los llanos de Chile; légamos arcilloso rojizo con restos de mamíferos extinguidos i formacion diluvial de la Patagonia.

Eoceno

- **C.**—Hoyas terciarias que ocupan los antiguos golfos i ensenadas; la Patagonia oriental, la rejion occidental i austral del Uruguai, las colinas centrales o mesetas de las pampas, islas de Chiloé i archipiélagos vecinos.

Cretáceo-oolítico

- **D.**—Terreno estratificado compuesto de rocas mui varias, fosilíferas, en forma de calizas, margas, yesos i pórfidos arcillosos, estratificados, metamórficos, que forman la línea culminante de la Cordillera.
- **E.**—Terreno porfídico o lávico que alterna con bancos de conglomerados i areniscas porfídicas, mui variado, que constituyen los estractos basales de la Cordillera.

Silúrico

- **F.**—Terreno mui antiguo, desprovisto de fósiles en parte, i en parte fosilífero, que por sus caractéres petrográficos i jeognósticos parece pertenecer a la época silúrica o devónica; aparece de trecho en trecho al occidente del cordon de la costa, en los Andes de Bolivia e Islas Malvinas, en forma de esquistos cristalinos, calizas o cuarcitas metamórficas.

Plutónico

- **G.**—Rocas plutónicas: masas de cristalizacion, pórfidos verdaderos o eruptivos, en masas i diques, andesitas o granitos andesíticos, que han solevantado todo el sistema, ocupan el eje i se estienden hasta la ribera del mar al occidente, en la que forman el cordon de la costa.

ALFREDO ESCUTI ORREGO.

Antofagasta, Agosto 22 de 1904.



CAPÍTULO PRIMERO

Elevacion de la costa oriental de la América del Sur

El presente volúmen trata de la Jeolojía de la América del Sur i casi esclusivamente de las rejiones que se hallan al sur del trópico de Capricornio. Los capítulos se han dispuesto con arreglo a la edad de los depósitos, de cuyo órden nos apartaremos solo incidentalmente i cuando así lo exija la simplicidad jeográfica.

Trataremos primeramente de la elevacion de la tierra en el período Pleistoceno i de las modificaciones que ha esperimentado su superficie por la accion del mar (asunto a que se prestará especial atencion); en seguida, de los depósitos terciarios, i por último de los terrenos mas antiguos. Solo los distritos i secciones que merezcan particular atencion serán descritos detalladamente, i se dará al fin de cada capítulo un sumario de los resultados obtenidos.

Comenzaremos por las pruebas del solevantamiento de la costa oriental del continente, desde el Rio de la Plata al sur, i en el capítulo segundo nos ocuparemos del mismo fenómeno con relacion a las costas de Chile i el Perú.

I

En la ribera norte del grande estuario del Rio de La Plata, cerca de Maldonado, encontré en la cabecera de un lago, a veces salobre pero comunmente de agua dulce, un lecho de arcilla cenagosa de seis piés de espesor con numerosas conchas de especies todavia existentes en el Plata, tales como la *Azara labiata, d'Orbig,* fragmentos del *Mytilus eduliformis*, *d'Orbig,* la *Paludestrina Isabellei* d'Orbig i el *Solen Caribæus*, Lam. Este último se presentaba enterrado en la posicion vertical en que habia vivido. La altura a que se hallan estas conchas sobre el lago es solo de dos piés i únicamente por su relacion con hechos análogos las he creido dignas de mencion.

En Montevideo, cerca de la ciudad i a lo largo de la base del cerro, encontré lechos de un Mytilus viviente, que se hallan a algunos piés sobre la superficie del Plata. En un lecho semejante, a la altura de 13 a 16 piés, M. Isabelle recojió ocho especies de moluscos, las cuales, segun M. d'Orbigny viven actualmente en la boca del estuario. En Colonia del Sacramento, un poco mas al oeste, a la altura de cerca de 15 piés sobre el rio, que ahí es enteramente de agua dulce, observé un pequeño lecho del mismo Mytilus, el cual vive en agua salobre en Montevideo.

Cerca de la desembocadura del Uruguai, mas o ménos a 35 millas hácia el norte, hai grandes manchones arenosos, que se presentan a intervalos i se estienden varias millas desde las riberas del rio, pero que no se elevan mucho sobre su nivel, las cuales abundan en pequeñas bivalvas que se presentan en tal número que en Agraciado se recojen i calcinan.

Examiné algunas de ellas cerca del Arroyo de San Juan, que se presentaban mui desgastadas, tales como la *Mactra Isabellei*, d'Orbig, que se hallaba mezclada con algunos ejemplares de la *Venus sinuosa*, Lam., ámbas vivientes segun M. d'Orbigny en agua salobre en la boca del Plata, que es

tan o casi tan salada como la del alta mar. La arena suelta en que se hallan estas conchas se presenta en colinas enfiladas o líneas prolongadas de dunas, bajas i estrechas, semejantes a las que el mar deja a la cabecera de muchas bahías.

M. d'Orbigny ha descrito un fenómeno análogo, si bien en mayor escala, cerca de San Pedro en el rio Paraná, donde encontró lechos mui estensos i colinas de arena, con innumerables ejemplares de la *Azara labiata*, a la altura de cerca de 100 piés ingleses sobre el nivel del rio.

La *Azara* vive en agua salobre, i el punto mas cerca de San Pedro en que se le ha encontrado actualmente es Buenos Aires, que dista mas de 100 millas en línea recta. Cerca de Buenos Aires, en el camino que va de este lugar a San Isidro, hai estensos lechos, segun Sir Woodbine Parish, de la *Azara labiata*, los cuales se hallan a una altura de cerca de 40 piés sobre el nivel del rio i distantes de él 2 o 3 millas. Estas conchas se encuentran siempre en los bancos mas altos de este distrito, i se hallan enterradas en un légamo estratificado, mui parecido al del depósito pampeano, que describiremos mas adelante. En una coleccion de estas conchas, aparecian algunas valvas de la *Venus sinuosa*, Lam. la misma especie encontrada con la *Mactra* en los bancos del Uruguai. Al sur de Buenos Aires i cerca de la Ensenada, existen otros lechos de la Azara, algunos de cuyos ejemplares se encuentran en una sustancia amarillo-calcárea, semicristalina; i Sir W. Parish me ha obsequiado una muestra estraida de los bancos del Arroyo de Tristan, situado en la misma vecindad i a la distancia de cerca de una legua del Plata, de una piedra de color rojizo pálido, calcáreo-arcillosa (semejante precisamente a algunas muestras del depósito pampeano, a que llamaremos la atencion mas adelante) llena de conchas de una Azara, mui quebrantada, pero que por su forma jeneral i aspecto se asemeja bastante i es probablemente idéntica a la *A. labiata.* Ademas de estas conchas, se encuentra cerca de la Ensenada una roca mui cristalina, celular, compuesta de moldes e impresiones de pequeñas bivalvas. Existen ademas lechos de conchas mari-

nas que por su aspecto parecen haber sido depositadas en la superficie. Sir W. Parish me ha obsequiado algunas de estas conchas, que M. d'Orbigny ha denominado:

1. Buccinanops globulosum, Orbig.
2. Olivancillaria globulosum, id.
3. Vénus flexuosa, Lam.
4. Cytheraea (imperfecta.)
5. Mactra Isabellei, Orbig.
6. Ostrea pulchella, id.

Ademas de éstas, Sir. W. Parish se proporcionó las siguientes, que segun M. G. Sowerly son:

7. Voluta colocynthis.
8. V. angulata.
9. Buccinum (especie nueva?)

Todas estas especies, (con escepcion quizas de la última) son recientes i viven en la costa de Sud-América. Estos lechos de conchas se estienden desde 1 hasta 6 leguas del Plata i deben hallarse a muchos piés sobre su nivel. He obtenido noticias, tambien, de lechos de conchas en Samborombon i en Rio Salado, lugar este último, segun M. d'Orbigny, donde se ha encontrado la *Mactra Isabellei* i la *Venus sinuosa.*

Durante la elevacion de las provincias de La Plata, las aguas del antiguo estuario no han modificado sino lijeramente el contorno de la tierra; (con escepcion de las dunas o colinas de arena de las riberas del Paraná i del Uruguai). M. Parchappe, sin embargo, ha descrito grupos de dunas esparcidos sobre la ancha estension de las pampas al sur de Buenos Aires, que M. d'Orbigny atribuye, con mucha probabilidad, a la accion del mar, ántes que los llanos fuesen elevados sobre su nivel.

II

Antes de pasar a los parajes sitos al sur del Plata, debemos dejar constancia de que hai alguna evidencia de que la costa del Brasil, ha participado tambien del movimiento de elevacion. M. Burchell me comunica que recojió en Santos

(lat. 24°S.) conchas de ostras, aparentemente recientes, a algunas millas de la costa i sobre la línea de accion de las mareas. Al oeste de Rio de Janeiro, se asegura que el capitan Elliot encontró huesos humanos incrustados de conchas marinas, entre 15 i 20 piés sobre el nivel del mar. Entre Rio de Janeiro i Cabo Frio crucé algunos parajes arenosos abundantes en conchas marinas, a una distancia de una legua de la costa; pero no puedo juzgar, por falta de datos, si estos distritos han sido formados por solevantamiento o por la mera acumulacion de la arena trasportada. En Bahía (latitud 13°S.), en algunas partes cerca de la costa, hai señales evidentes de la accion del mar a la altura de cerca de 20 piés sobre su nivel actual; en muchas otras partes se hallan restos de lechos de arenisca i conglomerado con numerosas conchas recientes, algo elevados sobre el nivel del mar. Debo agregar que en la cabecera de la bahía existe una formacion, de cerca de 40 piés de espesor, que contiene conchas terciarias, aparentemente de agua dulce i que actualmente bate el mar, llena de incrustaciones de Balani, lo que parece indicar que ha esperimentado un pequeño hundimiento despues de su deposicion. En Pernambuco (lat. 8° S.) inútilmente busqué en los barrancos aluviales o terciarios que rodean el terreno bajo en que se levanta la ciudad, restos orgánicos u otra evidencia de cambios de nivel.

III

Al sur del Plata.—La costa hasta Bahía Blanca (lat. 39°S) se halla formada por un cordon horizontal de barrancos o de inmensas acumulaciones de dunas. Dentro de Bahía Blanca, una pequeña eminencia de cerca de 20 piés de altura sobre la línea de la marea mas alta, llamada Punta Alta, se halla formada de estratos de grava cementada i de un lodo rojo terroso, cuajado de conchas (con algunas sueltas en la superficie) i de huesos de mamíferos estinguidos. Estas conchas (veinte en número) junto con un Balanus i dos corales, son especies recientes que habitan actualmente los mares veci-

nos, i serán enumeradas en el capitulo IV, en la descripcion de la formacion pampeana. Cinco de ellas son idénticas con las que han sido solevantadas cerca de Buenos Aires.

La costa norte de Bahía Blanca en su parte principal, se halla formada de inmensas dunas que corren en líneas paralelas a la costa, descansan sobre grava i contienen conchas recientes. Estos cordones se hallan separados unos de otros por espacios planos, que contienen una arcilla roja impura i resistente, en la cual i a la distancia de cerca de 2 millas de la costa, encontré en un dragado que hice algunos pequeños fragmentos de conchas marinas. Las dunas se estienden varias millas al interior i se hallan sobre un llano que asciende a una altura de entre 100 i 200 piés. Numerosos guijarros de pómez, pequeños i bien redondeados, se hallan diseminados en el llano i en las dunas. En Monte Hermoso, en la cima aplanada de un barranco, encontré muchos de ellos a la altura de 120 piés (medida angular) sobre el nivel del mar. Estos guijarros, sin duda, fueron traidos orijinariamente de la cordillera por los rios que cruzaban el continente, de igual manera que el rio Negro acarrea actualmente guijarros de pómez, i lo ha hecho desde antiguo, i como el rio Chuput, que acarrea escorias. Abandonados en la boca del rio, debieron naturalmente haber avanzado a lo largo de las costas i haber sido solevantados durante la elevacion del continente, a diversas alturas. El oríjen de lòs espacios arcillosos que separan los cordones paralelos de las dunas, parece se debe a la accion de las mareas que aqui tienen la tendencia (como creo que sucede en todas las costas bajas i resguardadas), a formar una barra paralela a la costa, a alguna distancia de ella. Esta barra gradualmente crece, suministrando una base para la acumulacion de las dunas i el espacio bajo que queda entre ellas se cubre de lodo. La repeticion de este proceso, sin ninguna elevacion de la tierra, formará un llano a nivel atravesado por líneas paralelas de dunas; durante una lenta elevacion de la tierra, las colinas descansarán en una superficie lijeramente inclinada, semejante a la de la costa norte de Bahía Blanca. No encontré ninguna concha en esta ve-

cindad a una altura mayor de 20 piés, i de consiguiente la edad de los guijarros de pómez, que están actualmente a la altura de 120 piés, no puede precisarse, debiendo permanecer incierta. El llano principal que rodea a Bahía Blanca se halla aproximadamente a 200 o 300 piés, i se va elevando insensiblemente en direccion a la distante Sierra de Ventana.

Existen en estos contornos algunos otros llanos mas bajos, i que guardan la disposicion escalonada de los de la Patagonia, que se describirán mas adelante. El llano en que está el cacerío se halla cruzado por muchas dunas bajas, cuajadas de pequeñas conchas de la *Paludestrina australis*, d'Orbigny, que vive actualmente en la bahía. Este llano bajo está circundado hácia el sur, en Cabeza del Buei, por la márjen barrancosa de un ancho llano de la formacion pampeana que estimé en 60 piés de altura. En la cima de estos barrancos, hai un cordon de grandes dunas que se estienden varias millas, en una línea de este a oeste.

Al sur de Bahía Blanca, el rio Colorado corre entre dos llanos, aparentemente de 30 a 40 piés de altura. De estos llanos, el que se halla al sur, asciende hasta el pié de la gran planicie de arenisca del Rio Negro, i el del norte hasta un escarpe del depósito pampeano, de manera que el Colorado corre en un valle de 50 millas de ancho, entre los escarpes superiores. Noto esto porque en el llano al pié del escarpe norte, crucé una inmensa acumulacion de grandes dunas o colinas de arena, estimada por los gauchos en no ménos de 8 millas de ancho.

Estas dunas corren hácia el oeste, a partir de la costa que se halla a 20 millas de distancia, en lineas paralelas al valle i se hallan separadas unas de otras por espacios planos arcillosos, semejantes a los de la costa norte de Bahía Blanca. ¿De dónde pudo proceder esta inmensa acumulacion de arena? Si, como lo creo, los escarpes superiores formaron anteriormente las costas de un estuario, en tal caso la formacion de arenisca del Rio Negro habria suministrado un inagotable manantial de arena, que se habria acumulado naturalmente en la costa norte, como sucede en aquellas partes de la costa

espuestas a los vientos del sur, entre Bahía Blanca i Buenos Aires.

En San Blas, (40° 40'S) un poco al sur de la boca del Colorado, M. d'Orbigny encontró catorce especies de conchas existentes, (seis de las cuales eran idénticas a las de Bahía Blanca), las cuales se hallaban enterradas en sus posiciones naturales. Desde la zona de profundidad a que se sabe habitan estas conchas hasta su nivel actual, deben haber sido solevantadas 32 piés. Encontró tambien, a 15 o 20 piés sobre este lecho, los restos de una antigua playa. Diez millas al sur i 120 millas al oeste, en puerto San Antonio, los oficiales de la espedicion me aseguraron haber visto muchas conchas marinas de aspecto mui antiguo en la superficie del terreno análogas a las encontradas en otras partes de la costa de Patagonia. En San José, 90 millas al sur, i casi en la misma lonjitud, encontré sobre la grava, que cubre una antigua formacion terciaria, un lecho irregular i colinas de arena, de varios piés de espesor, llenos de conchas de *Patella deaurita*, *Mytilus magellanicus* (este último conservando en gran parte su color), *Fusus Magellanicus* (i una variedad del mismo) i un gran Balanus (probablemente el Balanus Tulipas) los cuales viven todos actualmente en la costa. Calculé la altura de este lecho en 80 a 100 piés sobre el nivel del mar. Al oeste de esta bahía, hai un llano que debe tener una altura de 200 a 300 piés; parece ser, segun medidas, la continuacion de la plataforma de arenisca del Rio Negro.

Siguiendo al sur, el punto mas próximo en que desembarqué, fué en Puerto Deseado, 340 millas de distancia; pero de los distritos intermedios recibí, gracias a la bondad de los oficiales de la espedicion, especialmente el teniente Stokes i Mr. King, muchos ejemplares i trazados, bastantes para demostrar la uniformidad jeneral de la línea total de la costa. Debo manifestar aquí que la Patagonia en su totalidad consta de una formacion terciaria, que descansa sobre cerros de pórfido i cuarzo, que a veces rodea.

La superficie está asurcada por muchos i anchurosos valles i se presenta en llanos nivelados en forma de escalones, que

se elevan unos sobre otros, todos cubiertos por lechos irregulares de grava, en su mayor parte compuesta de rocas porfíricas, formacion que será descrita por separado al fin del capítulo. El único objeto del adjunto corte i de las siguientes

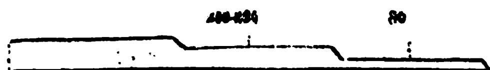


Fig. 1.—Corte de los llanos escalonados del sur del Golfo Nuevo.

medidas de los llanos que fueron tomadas por los oficiales de la espedicion, es, como se verá mas adelante, demostrar la uniformidad notable del movimiento elevatorio reciente. Al sur del Golfo Nuevo, hasta el rio Chuput (70 millas al sur de San José) se presentan varios llanos, de los cuales se ofrecen aquí los mejor determinados.

El llano superior, de 350 piés, se halla mui definido; su borde forma un barranco o línea de escarpe de muchas millas de largo, proyectándose sobre un llano inferior. El mas inferior, de 80 piés, corresponde sin duda al de San José con conchas recientes en la superficie. Entre este llano i el superior, hai probablemente mas de un terraplen escalonado: varias medidas tomadas demuestran la existencia de un llano intermedio de la altura que aparece en el corte.

Cerca del cabo Norte de la gran bahía de San Jorje (100 millas al sur del Chuput) fueron medidos dos llanos bien marcados de 250 a 330 piés. Se dice que corren alrededor de



Fig. 2.—Corte de los llanos en la bahía San Jorje.

gran parte de la bahía. En el cabo Sur, que se halla a 120 millas de distancia del cabo Norte, se midió nuevamente el llano de 250 piés. En medio de la bahía, i en dos distintos

lugares próximos, se encontró un llano mas alto, (camino de Tillis i C. Márquez) con una altura de 580 piés. Sobre este llano i hácia el interior, Mr. Stokes informa que hai varios otros llanos en escalones, el mas alto de ellos, calculado en 1,200 piés se ve prolongarse claramente a una misma altura, por 150 millas al norte. Todos estos llanos se hallan surcados por grandes valles i han sido mui denudados. El siguiente corte da una idea de la estructura jeneral de la gran bahía de San Jorje. En el cabo sur de esta bahía, (cerca de Cabo Tres Puntas) el llano de 250 piés es mui estenso. En Puerto Deseado, 40 millas al sur, practiqué varias medidas barométricas de un llano que se estiende a lo largo del lado norte del puerto i costa adyacente i que varia de 245 a 255 piés de altura. Este llano termina al pié de otro mas alto, de 330 piés, que se estiende tambien bastante hácia el norte a lo largo de la costa e igualmente al interior. A la distancia i mas al interior se divisa una plataforma mas elevada, cuya altura no conozco. En tres lugares distintos, observé el barranco del llano de 245 a 255 piés, rodeando un terraplen o estrecho llano estimado en cerca de 100 piés de altura. Estos llanos se hallan representados en el corte siguiente.



Fig. 3.—Corte de los llanos en Puerto Deseado.

En muchos puntos, aun a la distancia de 3 i 4 millas de la costa, encontré en la superficie de grava de los llanos de 245 a 255 piés i del de 330 piés, conchas de *Mytilus Magellanicus*, *M. edulis*, *Patella deaurita* i otra Patella, que por el estado de desgaste en que se encuentra no ha podido ser identificada, pero que indudablemente es análoga a una especie que se encuentra abundantemente en los sargazos.

Estas especies son las mas comunes que viven actualmente en la costa. Las conchas tienen todas un aspecto mui an-

tiguo; el azul de los choros habia en parte desaparecido, i solo pequeños vestijios de color se podian percibir en las Patellas, cuya superficie esterior se estaba descascarando. Se hallan diseminadas sobre la superficie rasa de la grava, pero abundan mas en ciertos parajes, especialmente en la cabecera de los valles mas pequeños. Todas contenian arena en su interior, i creo que deben haber sido trasportadas por la accion aluvial desde sus pequeños lechos arenosos, cuyas huellas se encuentran a veces cubriendo la grava.

Todos estos llanos tienen una superficie mui uniforme, pero todos tambien han sido escavados por numerosos valles, anchos i tortuosos, de fondo plano i a juzgar por su vejetacion, perennemente secos.

Estas observaciones sobre el estado de las conchas, i sobre la naturaleza de los llanos, son aplicables así mismo a los casos siguientes, por lo cual no las repetiremos.

Al sur de Puerto Deseado, los llanos han sido mui denudados; solo algunas mesetas aisladas marcan actualmente su anterior estension. Pero en la opuesta Isla de Pájaros, dos grandes llanos escalonados fueron medidos i se hallaron respectivamente a 350 i 590 piés de altura. Este último se estiende a lo largo de la costa hasta cerca de puerto San Julian (110 millas al sur de Puerto Deseado) de donde tomamos el siguiente corte.

El llano mas inferior se estimó en 90 piés de altura, i es notable porque su superficie o lecho de grava se halla profundamente cortado por escavaciones, que se han rellenado despues con una tierra arenosa rojiza que cubre igualmente su superficie. En una de estas escavaciones, así rellenada, fué enterrado el esqueleto del *Macrauchenia Patagonica*, que será descrito mas adelante. Sobre la superficie i porcion superior de esta masa terrosa, hai numerosas conchas de Mytilus Magellanicus i M. edulis, Patella deaurita i fragmentos de otras especies. El llano es aparentemente raso, pero no estenso; forma un promontorio de 7 u 8 millas de largo i 3 a 4 de ancho. Los llanos superiores fueron medidos por los oficiales de marina i se hallaban cubiertos por gruesos lechos

de grava i mas o ménos denudados. El superior, de 950 piés, consta meramente de cerros separados, truncados, cubiertos de grava, dos de los cuales, medidos, diferian en altura solo 3 piés. El llano de 430 piés se estiende, manifiestamente sin interrupciones, hasta cerca de la entrada norte del Rio Santa Cruz (50 millas al sur), pero su altura ha disminuido, teniendo solo ahí 330 piés. Al sur de la boca del Santa Cruz se presenta el siguiente corte, que puedo dar con mas detalles que los anteriores.

El llano marcado 355 piés (segun medidas barométricas i angulares) es la continuacion del llano arriba mencionado de 330 piés. Se estiende en una direccion NO. a lo largo de la costa sur del estuario. Está cubierto de grava, que en muchas partes desaparece debajo de un lecho delgado de tierra arenosa i se halla escavado por muchos valles de fondo plano. Aparece a la simple vista enteramente a nivel, pero siguiendo en una direccion S. SO. hácia un escarpe distante cerca de 6 millas e igualmente cruzando el campo en una direccion NO., se encuentra que asciende primero insensiblemente i despues, en la última media milla, de una manera patente hasta la base del escarpe. En este punto tiene 463 piés de altura, habiendo alcanzado en las 6 millas una elevacion de 108 piés. En este llano de 355 a 463 piés, encontré varias conchas del Mytilus Magellanicus i de un Mytilus que Mr. Sowerby me dice no ha sido determinado, aunque es mui conocido en la costa como especie reciente; de Patella deaurita; Fusus Magellanicus, segun creo (el ejemplar se ha perdido) i a la distancia de 4 millas de la costa, a la altura de cerca de 400 piés, algunos fragmentos de la misma Patella i de una Voluta (aparentemente V. Ancilla) parcialmente enterrados en la tierra arenosa superficial. Todas estas conchas tenian el mismo aspecto de antigüedad que las de las localidades anteriores. Como las mareas a lo largo de esta parte de la costa suben en el período de la Sizijias hasta 40 piés i, por consiguiente, forman una línea de playa bien marcada, busqué con especial atencion al cruzar este llano (que como hemos visto se eleva a 108 piés en cerca de 6 millas) esas

líneas características, pero no las encontré ni en vestijios. El llano que sigue en elevacion tiene 710 piés sobre el mar; es mui estrecho, a nivel i está cubierto de grava; termina al pié del llano de 840 piés. Este último se estiende hasta perderse de vista hácia el interior, al lado sur del valle del Santa Cruz i a lo largo de las costas del Atlántico.

Valle del rio Santa Cruz.—Este valle corre en una direccion de E. a O. hácia la Cordillera, en una estension de cerca de 160 millas. Atraviesa la gran formacion terciaria de la Patagonia, i en su mitad superior, inmensas corrientes de lava basáltica que, así como los lechos anteriores, se hallan cubiertas de grava. Esta grava, mas arriba del rio, se halla asociada a una formacion mas vasta de cantos rodados. Ascendiendo el valle, el llano que en la boca hácia el sur tiene 355 piés de altura, se ve inclinarse hácia el llano correspondiente del lado norte, de manera que sus escarpes aparecen semejantes a las costas de un antiguo estuario, mayor que el actual.

Así mismo, los escarpes del llano superior de 840 piés (con su correspondiente al norte que se encuentra sobre el valle) aparecen como las costas de un estuario todavia mayor. Mas arriba todavia los lados se hallan limitados en su entera lonjitud por terraplenes a nivel cubiertos de grava, subiendo en escalones. El ancho total entre los escarpes superiores es aproximadamente entre 7 i 10 millas; sin embargo, en el punto donde corta la lava basáltica, alcanza solo a $1^1/_2$ milla de estension. Entre los escarpes del segundo escalon en altura, el ancho averiguado es de cerca de 4 a 5 millas.

El fondo del valle, a la distancia de 110 millas de su boca, empieza sensiblemente a dilatarse i pronto forma un llano considerable de 440 piés sobre el nivel del mar, por el cual corre el rio en un barranco de 20 a 40 piés de profundidad. Aquí encontré en un punto a 140 millas del Atlántico i 70 millas de la ensenada mas próxima del Pacífico, a la altura de 410 piés, una concha mui antigua i desgastada de la Patella deaurita. Mas abajo del valle, a 105 millas del Atlántico (lonj. 71°O.) i a una elevacion de cerca de 300 piés, en-

contré tambien en el lecho del rio, dos conchas mui desgastadas i quebrantadas de la Voluta Ancilla, conservando todavia vestijios de su color; i una de la Patella deaurita. No hai duda que estas conchas fueron arrastradas al rio desde sus bancales; pues, considerando la distancia del mar, el carácter del pais absolutamente inhabitado i desierto i el aspecto mui antiguo de las conchas (exactamente igual a las encontradas en los llanos cerca de la costa) no es creible que el indio pudo haberlas conducido hasta allí.

El llano en la cabecera del valle se halla aparentemente a nivel, pero ha sido denudado por las aguas i cubierto de dunas, como los de las costas de mar. En el punto mas alto a que llegamos, tenia 16 millas de ancho de norte a sur, i 45 de largo de este a oeste.

Se halla rodeado por los escarpes, en escalones, de dos llanos que se separan a medida que se aproximan a la Cordillera, semejando las costas de grandes bahías que enfrentasen las montañas; i éstas ofrecen ahí, mirando al llano inferior, una gran abra. El valle, por consiguiente, del Santa Cruz, es un inmenso corte ancho i recto de cerca de 90 millas de lonjitud, rodeado de terraplenes cubiertos de grava, i de llanos cuyos escarpes en uno i otro lado diverjen o se dilatan a manera de escalones, como las costas en las grandes bahías. Considerando, pues, esta forma peculiar de la tierra, las dunas del llano del nacimiento del valle, el boquete de la Cordillera, que lo enfrenta, la presencia en dos lugares de conchas mui antiguas de especies existentes, i por último, la existencia del llano de 355 a 455 piés, con numerosas conchas marinas en su superficie, diseminadas desde las costas del Atlántico hasta mas allá del valle, pienso que debemos admitir que dentro del período pleistoceno, o reciente, el curso del Santa Cruz formó un estrecho de mar que atravesaba el continente. En este período, la parte meridional del continente se hallaba formada por un archipiélago de islas de 360 millas de estension en una direccion de norte a sur. Veremos luego que dos angosturas mas, que desde entónces se hallan cerradas, cortaban asi mismo la Tierra del Fue-

go. Debo agregar que una de ellas debe haberse ensanchado en ese tiempo, al pié de la Cordillera, formando una gran bahía (ahora Aguas de Otway) semejante á la que anteriormente cubria el llano de 440 piés en el nacimiento del Santa Cruz.

He dicho que el valle en su curso total se halla bordeado por llanos cubiertos de grava. La seccion siguiente (fig. 6), trazada en una línea de norte a sur a traves del valle, es sólo ilustrativa; porque durante nuestro penoso ascenso fué imposible medir todos los llanos en diversas situaciones. En un punto casi a mitad del camino entre la Cordillera i el Atlántico encontré el llano (A norte) a 1,122 piés sobre el rio; todos los llanos inferiores de este lado se hallaban aquí reunidos en un gran barranco cortado; 16 millas mas abajo encontré, segun medidas, que B. N. se hallaba a 869 piés sobre el rio i mui cerca de donde A. N. fué medido, C. N. tenia 639 piés sobre el mismo nivel. El terraplen D. N. no fué medido. El mas inferior E. N. tenia en muchos puntos cerca de 20 piés sobre el rio. Estos llanos o terraplenes se hallan mejor desarrollados donde el valle se ensancha; con su número total de cinco solo se presentan reunidos en unos pocos parajes a manera de gradas jigantescas. Los terraplenes inferiores son ménos contínuos que los mas altos i parecen perderse enteramente en el tercio superior del valle. El terraplen C. S., sin embargo, fué trazado contínuamente en una gran distancia. El B. N., en un punto a 55 millas de la boca del rio, tenia 4 millas de ancho; mas arriba del valle este terraplen (o a lo ménos el segundo de los mas altos, porque no pude siempre trazarlo contínuamente) tenia cerca de 8 millas de ancho. Este segundo llano se halló que jeneralmente era mas ancho que los mas inferiores, pues el valle de A. N. a A. S., es jeneralmente casi doble del ancho de B. N. a B. S.

Descendiendo el valle, se ve que el llano superior A. S. se continúa con el de 840 piés de la costa, pero se pierde pronto o se une con el escarpe de B. S. El llano correspondiente A. N.,

en el lado norte del valle, corre manifiesta i continuamente desde la Cordillera hasta el nacimiento del estuario actual del Santa Cruz, en donde vuelve hácia el norte en direccion a Puerto San Julian.

Cerca de la Cordillera el llano superior, en ámbos lados del valle, tiene entre 3,200 a 3,300 piés de altura; a 100 millas del Atlántico, 1,416 piés; i en la costa 840 piés sobre el nivel del mar; de manera que en una distancia de 100 millas el llano se eleva 576 piés i mucho mas rápidamente a inmediacion de la Cordillera. Los terraplenes inferiores B. i C. tambien se elevan a medida que corren sobre el valle; así D. N. medido en dos puntos separados 24 millas, se encontró haberse elevado 185 piés. Por varias razones juzgo que esta gradual inclinacion de los llanos sobre el valle, ha sido principalmente causada por la elevacion del Continente en masa, habiendo sido mayor esta elevacion junto a la Cordillera. Todos los escalones se hallan cubiertos de cascajo bien redondeado que descansa sobre la superficie denudada i a veces asurcada de los depósitos terciarios o sobre la lava basáltica. La diferencia en altura entre algunos de los escalones inferiores o terraplenes, parece que se debe enteramente a una diferencia en el espesor del cascajo que los cubre. Las erosiones i desigualdades que se han producido en la grava, han sido rellenadas i niveladas por una tierra arenosa. Los guijarros, especialmente en los llanos mas altos, se hallan comunmente blanqueados i aun cementados por una sustancia blanca, aluminosa; lo que pude comprobar en la grava del terraplen D.

No he conseguido descubrir ninguna huella de una deposicion análoga en los guijarros que actualmente acarrea el rio i de consiguiente no pienso que el terraplen D. fué formado por este.

Como el terraplen E. jeneralmente se halla a 20 piés mas o ménos sobre el lecho del rio, mi primera impresion fué dudar de que aun este último o el mas inferior pudiese haber sido formado por él; pero no debe olvidarse en todo caso que el solevantamiento horizontal de un distrito, aumentando el

descenso total de las corrientes, siempre tenderá a aumentar, primeramente cerca de la costa, i en seguida gradualmente sobre el valle, sus poderes de corrosion i socavamiento; de manera que un llano aluvial formado casi a un nivel con una corriente, despues de una elevacion de esta especie, será cortado por aquélla i quedará a una altura jamas alcanzada nuevamente por las aguas. Respecto a los tres terraplenes superiores del Santa Cruz, creo que no debe dudarse que fueron modelados por el mar cuando el valle estaba ocupado por un estrecho, de la misma manera (como lo veremos mas adelante) que lo fueron los llanos mayores escalonados i cubiertos de conchas que cubren las costas de la Patagonia.

Pero volvamos a las del Atlántico. El llano de 840 piés, de la boca del Santa Cruz, se ve estenderse horizontalmente hácia el sur, i he sido informado por los oficiales de la espedicion que doblando alrededor de la cabecera de Caleta Coy (65 millas al sur) toma hácia el interior. Algunas colinas aisladas, aparentemente de una misma altura se divisan a 40 millas hácia el sur, al interior, en Rio Gallegos; i un llano desciende hasta el Cabo Gregorio (35 millas al sur) en el Estrecho de Magallanes, llano que fué estimado en 800 a 1,000 piés de altura i el cual, elevándose hácia el interior, se halla cubierto por la formacion errática. Al sur del Estrecho de Magallanes, hai grandes masas aisladas que pertenecen, sin duda, a la misma gran altiplanicie, estendiéndose con interrupciones a lo largo de la costa oriental de la Tierra del Fuego.

En dos lugares aquí, 110 millas separados, se halló que este llano tenia 950 i 970 piés de altura.

Desde Caleta Coy, donde el alto llano superior toma hácia el interior, un llano estimado en 350 piés de altitud, se estiende 40 millas hasta el rio Gallegos. Desde este punto hasta el Estrecho de Magallanes, i en cada lado del Estrecho, el terreno ha sido mui denudado i es ménos plano. Consta jeneralmente de la formacion errática, que se eleva a una altura de entre 150 a 250 piés, i se halla comunmente cubierta por lechos de grava. En Nuestra Señora de Gracia, en el lado

norte de las Angosturas del Estrecho, encontré en la cima de un barranco de 160 piés de altitud, conchas de Patellae existentes i Mytili, diseminadas en la superficie i parcialmente sepultadas. En la costa oriental de la Tierra del Fuego, en latitud 53°20'S., encontré muchos Mytili en algunos parajes planos, que estimé hallarse a 200 piés de altitud. Es evidente, por la presente forma de la tierra i por la distribucion de los grandes cantos rodados de su superficie, que anteriormente a la elevacion atestiguada por estas conchas, dos canales comunicaban el Estrecho con la bahía de San Sebastian i con Otway Water.

———

Resúmen de las conclusiones sobre la elevacion reciente de las costas orientales de la América i sobre la accion del mar sobre la tierra.—Hemos visto que se presentan conchas solevantadas de especies existentes i las mas comunes en los mares adyacentes, a altitudes que varian desde unos pocos piés hasta 410 piés i con algunas interrupciones, desde la latitud de 33° 40' hasta 53°20' sur. Esto es, en un espacio de 1,180 millas jeográficas o sea una distancia igual, aproximadamente, a la de Lóndres al cabo norte de Suecia. Como la formacion errática se estiende con una misma altitud promediada, 150 millas al sur de los 53°20', punto el mas meridional donde desembarqué i encontré conchas solevantadas; i como el nivel de las Pampas corre muchas millas al norte del punto, donde M. d'Orbigny encontró a la altura de 100 piés lechos de la Azara, el área en la direccion de norte a sur, que ha sido solevantada dentro del período reciente, debe haber excedido en mucho mas a la de 1,180 millas espresadas. Por el término *reciente*, comprendo solo el período de la existencia de los moluscos que viven actualmente; porque, como se verá en el capítulo IV, en Bahía Blanca i en Puerto San Julian, los mamíferos que coexistieron con estas conchas pertenecen a especies estinguidas. He dicho que las conchas solevantadas se encontraron con algunas interrupciones en esta línea de costa, pero esto

con toda probabilidad se debe a que no desembarcamos en los puntos intermedios, porque donde quiera que lo efectuamos, con escepcion del Rio Negro, se hallaron conchas. Tanto mas si se tiene presente que éstas se hallan diseminadas en llanos o terraplenes, que, como veremos en seguida, se estienden por grandes distancias con una altitud uniforme. Sólo subí a los llanos mas altos en unos pocos lugares, debido a la distancia de la costa a que corren sus escarpes, de manera que estoi mui distante de asegurar que los 410 piés sea el máximum de elevacion de estos restos solevantados. Las conchas pertenecen a los moluscos que mas abundan actualmente en los mares próximos i tienen todas un aspecto mui antiguo; pero algunas, especialmente los choros, aunque se hallan totalmente al descubierto, conservan en gran parte sus colores. Esta circunstancia parece a primera vista sorprendente, pero es sabido actualmente que el principio colo-

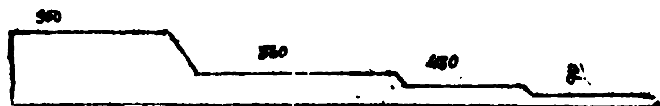


Fig. 4.—Corte de los llanos en el puerto San Julian.

rante de los Mytilus es tan resistente, que se conserva aun despues de la completa desorganizacion de la concha.

Las conchas se encuentran en su mayor parte quebrantadas; no he encontrado dos valvas unidas i los fragmentos no se hallan redondeados, a lo ménos en ninguno de los ejemplares que recojí.

Con respecto al ancho del área solevantada en la direccion de este a oeste, sabemos por las conchas encontradas en las Angosturas del Estrecho de Magallanes que todo el ancho del llano aunque es ahí mui angosto, ha sido elevado. Es probable que en esta parte, la mas meridional del continente, el movimiento se haya estendido bastante hácia el mar en direccion al este; porque en las islas Falkland, aunque no me fué posible hallar ninguna concha, se han encontrado huesos

de ballena, segun varios competentes observadores, en la superficie de la tierra a una considerable distancia del mar, i a la altura de algunos cientos de piés sobre él. A mayor abundamiento, sabemos que en la Tierra del Fuego la formacion errática ha sido solevantada dentro del período reciente, i una formacion análoga se presenta en las costas nor-oeste de estas islas (Byron Sound). La distancia de este punto a la cordillera de la Tierra del Fuego es de 360 millas, que podemos tomar como la probable anchura del área solevantada recientemente. En la latitud del rio Santa Cruz, sabemos por las conchas encontradas en la boca, en el nacimiento i en medio del valle, que el ancho total de la superficie oriental de la cordillera (cerca de 160 millas) ha sido solevantado. Por el declive de los llanos, segun lo demuestra el curso de los rios, varios grados al norte del Santa Cruz, puede afirmarse que la elevacion atestiguada por las conchas en la costa se ha estendido uniformemente hasta la cordillera. Sin embargo, creemos que haciéndola estensiva a las provincias de la Plata, esta conclusion seria mui aventurada, no solo porque la distancia de Maldonado (donde encontré con-



Fig. 5.—Corte de los llanos en la boca del Santa Cruz.

chas solevantadas) a la cordillera, es mui grande, es decir, 760 millas, sino porque existe en el nacimiento del estuario del Plata un cordon que corre del nor-nor-este al sur-suroeste de rocas volcánicas terciarias (1) que puede indicar mui bien un eje de elevacion enteramente distinto del de los Andes.

(1) Esta formacion volcánica será descrita en el capítulo IV. Es probable que la mayor altura de las conchas solevantadas en el fondo del estuario del Plata, con relacion a las de Bahía Blanca o de San Blas, se debe a que

Ademas, en el centro de las Pampas en la cadena de Córdova se han esperimentado recios temblores (1); por el contrario, en Mendoza, al pié oriental de la cordillera, solo lijeras oscilaciones se han sentido, trasmitidas desde las costas del Pacífico.

De ahí que la formacion de las pampas es posible se deba a varios distintos ejes de movimiento; i no podamos juzgar, por las conchas solevantadas alrededor del estuario del Plata, del ancho del área solevantada dentro del período reciente.

No solo este gran tramo de costa que hemos determinado, ha sido elevado dentro del período reciente, sino que puede inferirse con seguridad, por la similitud de altura de los llanos de grava en puntos distintos; que ha habido un grado notable de uniformidad en el proceso elevatorio. Puedo asegurar

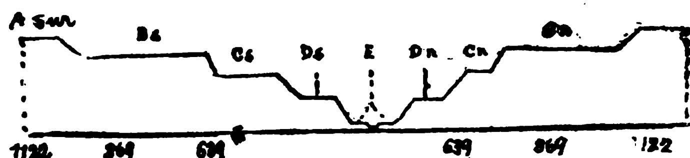


Fig. 6.—Corte de norte a sur de los terraplenes que limitan al valle del Santa Cruz, sobre su curso.

que mi único objeto al medir los llanos fué simplemente el constatar la altura a que las conchas se encontraban, pero que al comparar estas medidas con las que se habian practicado anteriormente durante la espedicion, me llamó la atencion su sorprendente uniformidad. La estension del llano de 330 i 355 piés es mui notable, i se le ha encontrado en un espacio de 508 millas jeográficas en la direccion de norte a

---

el solevantamiento de estos últimos lugares se hallaria en conexion con la línea distante de la cordillera, miéntras que el de las provincias de la Plata, debe haberlo estado con los ejes volcánicos terciarios adyacentes.

(1) Véase Sir W. Parish, *La Plata*, p. 242. Sobre un temblor que desaguó un lago cerca de Córdova, véase Temple *Travels in Peru*. Sir W. Parish me comunica que una ciudad entre Salta i Tucuman, al norte de Córdova, fué destruida anteriormente por un temblor.

sur. El cuadro siguiente da una idea de sus alturas. Las medidas angulares i calculadas han sido hechas por los oficiales de la espediciom; las barométricas por mí:

Rio Gallego a Caleta Coy (A. ang. i calc.).......	350	piés
Lado sur del Santa Cruz (A. ang. i barom)......	355	»
Lado norte de id. (A. ang.)....................	330	»
Isla Pájaros (llano opuesto a la) A. ang.........	350	»
Puerto Deseado (llano de la costa) A. barm......	330	»
Bahía San Jorje (promontorio norte) A. ang.....	330	»
Planicie sur de Bahía Nueva A. ang............	350	»

Otro llano así mismo que varia de 245 a 255 piés parece estenderse con mucha uniformidad desde Puerto Deseado hasta el norte de la bahía de San Jorje, una distancia de 170 millas, i las siguientes alturas, dadas en la tabla adjunta, indican una estension mucho mayor, que alcanza a 780 millas:

Caleta Coy (sur de) m. ang. i calc.).......	200 a 360	piés
Puerto Deseado (m. bar.)...............	245 a 255	»
Cabo Blanco (med. ang.)................	250	»
Cabo norte de Bahía San Jorje (m. ang.)..	250	»
Sur de Bahía Nueva (m. ang.)...........	200 a 220	»
Norte de San José (calculado)...........	200 a 300	»
Llano del Rio Negro (m. ang.)....	200 a 220	»
Bahía Blanca (calculada)............. ..	200 a 300	»

La estension, igualmente, de los llanos de 560 a 580 i 80 a 100 piés, es notable, aunque algo ménos obvia que en los casos anteriores. Teniendo en consideracion que estos guarismos no han sido tomados de una serie sino de los que arrojan los que representan las aristas de los llanos, creo que no es posible considerar estas coincidencias en altura como accidentales. Debemos, pues, concluir que la accion, cualquiera que pueda haber sido, que ha modelado los llanos en sus formas actuales, ha sido singularmente uniforme.

Todos estos grandes terraplenes, de los cuales tres o cuatro se elevan amenudo unos sobre otros en forma de escalones, han sido formados por la denudacion de los lechos antiguos de la formacion terciaria de la Patagonia i por la deposicion en sus superficies de una masa de guijarros bien redondeados que varia, cerca de la costa, de 10 a 35 piés de espesor, i que aumenta al interior. Esta grava se halla cubierta amenudo por un lecho delgado e irregular de tierra arenosa. Los llanos ascienden, aunque nunca sensiblemente a la vista, desde la arista superior de un escarpe hasta el pié del llano inmediatamente superior. Dentro de una distancia de 150 millas, entre Santa Cruz i Puerto Deseado, donde los llanos se hallan particularmente mui desarrollados, hai por lo ménos siete pisos o escalones. En los tres mas inferiores, es decir, en los de 100 piés, 250 i 350 piés de altura, se hallan diseminadas abundantemente, ya en la superficie, o parcialmente enterradas en la tierra arenosa superficial, muchas conchas litorales existentes. Cualquiera que haya sido la accion que ha modelado estos tres llanos inferiores, ha sido la misma indudablemente que ha obrado sobre todos los mas altos o superiores, aun mas allá de una altura de 950 piés, en San Julian, i de 1,200 (segun cálculos) a lo largo de la bahía de San Jorje. Creo que no admite discusion, considerando la presencia de las conchas marinas solevantadas que el mar ha sido la causa activa durante el movimiento elevatorio.

Consideremos ahora brevemente este punto: si observamos la línea de la costa actual, constataremos la evidencia del gran poder de denudacion del mar, porque desde el cabo San Diego, en latitud 54º 30', hasta la boca del Rio Negro en latitud 31° (una lonjitud de mas de 800 millas) la costa se halla formada, con mui pocas escepciones, de barrancos desnudos i abruptos. Algunos son mui elevados; así, los que se encuentran al sur del Santa Cruz miden de 800 a 900 piés de altura, con sus estratos horizontales abruptamente cortados, indicando la inmensa masa de materia que ha sido removida. Casi en su totalidad esta línea de costa se compone de

una serie de curvas mas o ménos grandes, cuyas rectas proyecciones son formadas de rocas mui duras; de ahí que sus partes cóncavas sean evidentemente los efectos i la medida de la accion denudatoria sobre los estratos mas blandos. Al pié de todos los barrancos, el fondo es somero i aumenta gradualmente hasta mui afuera, constando de grava en el espacio de algunas millas. Examiné cuidadosamente el lecho del mar alrededor del Santa Cruz i encontré que su inclinacion era exactamente la misma, en cantidad i en su peculiar curvatura, que la del llano de 355 piés de este lugar. Si, pues, la costa actualmente fuese elevada repentinamente con el lecho del mar adyacente, a 100 o 200 piés de altura, se formaria una línea interior de barrancos, es decir, un escarpe con un llano cubierto de grava a su pié que descenderia gradualmente al mar i ofreceria una inclinacion como la del llano existente de 355 piés. Este llano nuevamente formado, sometido a la accion destructora del mar, seria a su vez con el tiempo, cortado por un barranco, i repitiéndose estos procesos de elevacion i denudacion, producirian una serie de terraplenes inclinados cubiertos de grava, descansando unos sobre otros, como los que enfrentan las costas de la Patagonia.

La principal dificultad en este punto (porque hai muchas otras) es el hecho, en cuanto merecen confianza dos líneas contínuas de sondajes tomados cuidadosamente entre Santa Cruz i las Islas Falkland i varias observaciones esparcidas sobre estas u otras costas, que los guijarros en el fondo del mar decrecen en tamaño lijera i regularmente a medida que aumenta la profundidad i distancia de la costa, siendo que en la grava de los llanos inclinados no se ha percibido semejante decrecimiento.

El siguiente cuadro da el resultado medio de muchos sondajes tomados en la latitud del Santa Cruz:

Distancia	Profundidad	Tamaño de los guijarros
3 a 4 millas de la costa	11 a 12 brazas	Del de una nuez mezclados siempre con otros mas pequeños.
6 a 7 » »	17 a 19 »	Como una avellana.
10 a 11 » »	23 a 25 »	De tres a cuatro décimos de pulgada de diámetro.
12 » »	30 a 40 »	Dos décimos de pulgada.
20 a 250 » »	40 a 65 »	Un décimo de pulgada a la arena mas fina.

A dos millas de la costa los guijarros eran de gran tamaño i se hallaban mezclados con algunos mas pequeños.

Presté especial atencion al tamaño de los guijarros en el llano de 355 piés del Santa Cruz i hallé que en el borde superior o cima de los barrancos de la costa habia muchos tan grandes como la mitad de la cabeza de un hombre, i pasando de estos barrancos hasta el pié de los escarpes mas próximos i mas altos, una distancia de 6 millas, no llegué a constatar ningun aumento en su tamaño.

Veremos en seguida que la teoría de un levantamiento gradual i casi insensible, esplicará todos los hechos relacionados con los terraplenes de grava, mejor que la teoría de las elevaciones repentinas de 100 a 200 piés.

M. d'Orbigny, fundándose en que las conchas solevantadas de San Blas se hallan enterradas en las posiciones en que vivieron i que las valvas de la Azara Labiata que halló en las riberas del Paraná se hallaban unidas e intactas, cree que la elevacion de la Patagonia Setentrional i de la Plata debe

haber sido repentina, porque piensa que si hubiese sido gradual, estas conchas habrian sido rodadas sobre sucesivas líneas de costa. Pero en las bahías abrigadas, tales como Bahía Blanca, donde el mar está acumulando estensos bancos de lodo o donde los vientos tranquilamente amontonan dunas, los lechos pueden conservar seguramente las conchas enterradas en las posiciones en que vivieron, aunque el continente no cambie de nivel, de manera que la mas pequeña suma de elevacion concurrirá directamente a su preservacion. En Bahía Blanca i en Maldonado encontré muchos puntos donde esto debe haberse verificado ciertamente. Al afirmar que la elevacion de la tierra debe haber sido lenta, no es mi ánimo escluir los pequeños sacudimientos bruscos o mui rápidos que acompañan a los temblores, i de que hai evidencia en las costas de Chile, en lechos de conchas que han sido elevados bruscamente sobre el mar. Podemos citar como ejemplo una roca que en la parte setentrional de la Isla de Santa Maria fué solevantada en masa en 1835 sobre el nivel de la mas alta marea i quedó descubierta, llena de mariscos muertos que todavia adherian al lecho en que habian vivido. Si M. d'Orbigny hubiese observado las muchas líneas prolongadas i paralelas de dunas con las inumerables conchas de la Mactra i la Venus que se hallan a un nivel mui bajo cerca del Uruguai; si él hubiese visto en Bahía Blanca las inmensas dunas, con guijarros rodados de pómez, que corren en líneas paralelas, unas tras otras, hasta una altura de cerca de 120 piés, si hubiese visto las dunas con las innumerables Paludestrinas, en el llano bajo cerca del puerto, i esa línea prolongada del borde del barranco, 60 piés mas arriba; si él hubiese cruzado esa inmensa acumulacion de dunas paralelas, de ocho millas de ancho que se hallan a la altura de 40 a 50 piés sobre el rio Colorado, no habria pensado, segun creo, que la elevacion de este gran distrito hubiese sido repentina. No hai duda que las dunas (especialmente las que abundan en conchas) i las cuales se presentan en cordones i a diversos niveles, deben haber necesitado mucho tiempo para su acumulacion; i por esto no dudo que los

últimos 100 piés de elevacion de La Plata i de La Patagonia setentrional ha sido excesivamente lenta.

Si estendemos esta conclusion a la Patagonia central i meridional, la inclinacion de los llanos que se levantan en escalones sucesivos, puede esplicarse conjuntamente por la observacion obvia, ya dada, de movimientos elevatorios comparativamente grandes i repentinos, seguidos de prolongados períodos de reposo, durante los cuales el mar comió profundamente la tierra. Supongamos que la costa actual se eleve lentamente i en igual proporcion, pero lo suficientemente rápida para impedir que las olas remuevan todas las partes a medida que se elevan; en tal caso cada porcion del actual lecho del mar formará sucesivamente una línea de costa que hallándose espuesta a una accion igual será igualmente afectada. Cualquiera que sea la altura a que suban las mareas, aun la de 40 piés, como en Santa Cruz, no debe tomarse en cuenta, porque ellas actúan con igual fuerza i de igual manera en cada línea sucesiva. Así se esplica el hecho de que el llano de 355 piés en el Santa Cruz, que asciende 108 piés hasta el pié del escarpe mas próximo, no ofrezca señales en su superficie de ninguna línea de costa; porque toda ella bajo este punto de vista, ha sido una playa. No pretendo esplicar la accion precisa de las mareas durante una lenta elevacion de la tierra, pero lo suficientemente rápida para prevenir o detener la accion denudatoria del mar. Pero si es análoga a la que tiene lugar en los lugares abrigados de la ribera actual, donde la grava se está acumulando en grandes cantidades (1), su resultado será la formacion de una superficie inclinada cubierta de gruesos guijarros redondeados de cerca de un mismo tamaño. En la grava que se acumula actualmente, las olas, ayudadas por el viento, empujan hácia adelante una capa delgada de arena i de conchas co-

---

(1) En el lado oriental de Chiloé, isla que como veremos en el próximo capítulo se está elevando actualmente, observé que todas las riberas i desplayos que se hallan bajo la accion de las mareas, están formadas de guijarros.

munes. Estas conchas son arrebatadas por los temporales, de manera que durante un período elevatorio quedan definitivamente fuera del alcance de las olas. Es así como con la teoría de un lento i gradual solevantamiento de la tierra, interrumpido por períodos de reposo i denudacion, podemos esplicarnos por qué los guijarros tienen un mismo tamaño aproximado en toda la estension de los llanos escalonados, la presencia de la delgada cubierta de tierra arenosa que a veces se encuentra i de los fragmentos intactos de conchas, de las que viven actualmente en la costa.

SUMARIO.—Puede darse como constatado que la costa oriental del continente, en un espacio mínimum de 1,180 millas, ha sido elevada a una altura de 100 piés en La Plata i de 400 piés en la Patagonia austral, dentro del período de las conchas existentes pero no de los mamíferos actuales; que en La Plata la elevacion ha sido mui lenta i en la Patagonia debida a grandes sacudimientos pero con mas probabilidad lenta i tranquila. En uno u otro caso, ha habido interrupciones de largos períodos de reposo comparativo (1) durante el cual el mar comió profundamente el continente, como lo hace actualmente; que los períodos de denudacion i elevacion fueron contemporáneos i uniformes sobre grandes espacios de costa, como se demuestra por las alturas iguales de los llanos; que ha habido a lo ménos ocho períodos de denudacion, i que la tierra, desde una altura de 950 a 1,200 piés, ha sido modelada i afectada uniformemente; que el área elevada, en la parte mas meridional del continente, se estendió en anchura hasta la Cordillera i probablemente hasta las islas Falkland; que hácia el norte en La Plata, el ancho es desconocido, habiendo habido ahí mas de una elevacion atestiguada por las conchas solevantadas; que la tierra estuvo dividida por un Estrecho donde el rio Santa Cruz

(1) Digo *reposo comparativo* i no *absoluto*, porque el mar obra, como hemos visto, con gran poder de denudacion en toda esta línea de costa, i por consiguiente durante una elevacion de la tierra, aunque excesivamente lenta (i por supuesto tambien durante un hundimiento de la misma) es mui posible que hayan podido formarse algunas líneas de barrancos.

corre hoi i que mas al sur hubo otros canales desde entónces cerrados. Debo agregar que en Santa Cruz, en latitud 50° S. los llanos han sido solevantados a alturas mínimas de 1,400 piés, desde el período en que fueron trasportados por los hielos flotantes los cantos jigantescos que ahí se encuentran, a una distancia de 60 a 70 millas de su orijen.

Por último, considerando el gran movimiento elevatorio que esta línea de costa ha esperimentado i la proximidad de su estremidad meridional a los ejes volcánicos de la Cordillera, es digno de notarse que, en las innumerables secciones que ofrecen las formaciones terciaria, pampeana i errática no se encuentre la mas pequeña falla o abrupta curvatura de los estratos.

FORMACION DE GRAVA DE LA PATAGONIA

Describiré con mas detalles de lo que lo ha sido incidentalmente, la naturaleza, orijen i estension de la gran formacion diluvial que actualmente cubre la Patagonia. Pero no pretendo afirmar que esta inmensa acumulacion de guijarros, especialmente el que se encuentra en los llanos mas altos, pertenezca al período reciente. El límite setentrional estremo de esta rejion, lo forma un lecho delgado de tierra arenosa lleno de pequeños guijarros de varios pórfidos i de cuarzo, que cubre un llano bajo en el lado norte del rio Colorado. Estos pequeños guijarros provienen, sin duda, de la denudacion de un lecho de grava mas regular, que cubriria la antigua meseta terciara o altiplanicie de arenisca del rio Negro. El lecho de grava cerca de este rio tiene, término medio, cerca de 10 o 12 piés de espesor i los guijarros son mas grandes que los del lado norte del Colorado; tienen de 1 o 2 pulgadas de diámetro i se componen principalmente de pórfidos, mas bien de colores oscuros. Entre ellos encontré aquí por primera vez una variedad, que amenudo citaremos en adelante, a saber, un pórfido silíceo singular de un amarillo subido que contiene granos de cuarzo con frecuencia, aunque no invariablemente. Los guijarros se hallan

embutidos en una especie de mortero o matriz blanca, arenosa, calcárea que solo los cubre a manera de barniz cuando se hallan separados, i a veces forman la mayor parte de la masa. En un punto encontré en medio de la grava algunos módulos concrecionarios (no redondeados) de yeso cristalizado, algunos tan grandes como la cabeza de un hombre. Recorrí este lecho 45 millas al interior i se me aseguró que se estendia mucho mas todavia. Como la superficie del llano calcáreo-arcillosa de la formacion pampeana, del lado norte del ancho valle del Colorado se halla a casi una misma altura que la grava cementada o mortero que cubre la arenisca del lado sur, es probable, considerando la aparente igualdad de los movimientos subterráneos a lo largo de este lado de la América, que esta grava del rio Negro i los lechos superiores de la formacion pampeana al norte del Colorado sean de orijen aproximadamente contemporáneos i que la sustancia calcárea haya sido derivada de la misma fuente.

Al sur del rio Negro los barrancos a lo largo de la gran bahía de San Antonio se hallan cubiertos de grava i en San José, hallé que los guijarros se asemejaban mucho a los del llano del Rio Negro, pero no se hallaban cementados por sustancias calcáreas. Entre San José i Puerto Deseado, se me aseguró por los oficiales de la espedicion que toda la superficie se halla cubierta de grava. En Puerto Deseado i en un espacio de 25 millas al interior, en los tres llanos escalonados i en los valles, donde quiera que crucé, encontré la misma capa de grava que alcanza a veces a un espesor de 30 a 40 piés. Aquí, como en otras partes de la Patagonia, la grava o su cubierta arenosa se halla, como hemos dicho, llena contínuadamente de conchas marinas recientes.

La capa arenosa llena los surcos de la grava como lo hace ésta con las formaciones terciarias subyacentes. Los guijarros se hallan frecuentemente blanqueados i aun cementados por una sustancia peculiar blanca, friable, aluminosa i fusible, que creo es feldespato descompuesto. En Puerto Deseado, la grava descansa a veces sobre la formacion basal de pórfido i a veces sobre los estractos terciarios superiores

o inferiores, cuando aquéllos ha sido denudados. Es notable que la mayor parte de los guijarros porfídicos se diferen cien de las variedades de pórfidos que se presentan aquí abundantemente *in situ*. La variedad peculiar, de un amarillo subido, es abundante pero ménos numerosa que en Puerto San Julian, donde forma casi un tercio de la masa de la grava; cuyo resto se compone de pórfidos grises o verdosos, con muchos cristales de feldespato. En Puerto San Julian, subí a uno de los cerros planos, restos denudados de los llanos mas altos, i a la altura de 950 piés lo hallé cubierto con el lecho comun de grava. Cerca de la boca del Santa Cruz, el lecho de grava en el llano de 355 piés es de 20 a 35 piés de espesor. Los guijarros varian desde pequeños hasta el tamaño de un huevo de gallina i aun del de la mitad de la cabeza de un hombre; constan de variedades mas pálidas de pórfidos que los encontrados mas al norte i era ménos abundante la especie amarilla; algunos guijarros de pizarra arcillosa, negra i compacta se presentaban por la primera vez. La grava, como hemos visto, cubre los llanos escalonados en la boca, nacimiento i lados del gran valle del rio Santa Cruz. A una distancia de 110 millas de la costa, el llano se ha elevado a la altura de 1,416 piés sobre el mar i la grava con la gran formacion errática asociada ha alcanzado un espesor de 112 piés. Este llano, aparentemente con su cubierta comun de grava, asciende hasta el pié de la Cordillera a la altura de 3,200 a 3,300 piés. A medida que se sube el valle la grava va trasformándose gradualmente i perdiendo su carácter; sobre él tenemos guijarros de rocas feldespáticas cristalinas, pizarra arcillosa compacta, esquistos cuarzosos i pórfidos de colores claros. Juzgando por los jigantezcos cantos que se hallan diseminados en la superfi cie, i por algunos pequeños guijarros de los estratos terciarios antiguos que se hallan en éstos a 700 piés de hondura, estas rocas son las especies que prevalecen en esta parte de la cordillera. Son tambien numerosos los guijarros de basalto procedentes de las corrientes vecinas de lava basáltica; i mui pocos o ninguno se encontró de los pórfidos rojizos i

amarillos tan comunes tan cerca de la costa. De esto se sigue que los guijarros del llano de 350 piés en la boca del Santa Cruz no pueden haber provenido de la Cordillera en esta latitud (con escepcion de los de pizarra arcillosa compacta que talvez igualmente hayan procedido del sur) sino probablemente en su mayor parte de mucho mas al norte. Al sur del Santa Cruz la grava puede verse que cubre continuadamente el gran llano de 840 piés. En Rio Gallegos, donde este llano se halla reemplazado por otro inferior, hai como he sido informado por el capitan Sulivan una capa irregular de grava, de 10 a 12 piés de espesor, sobre toda la rejion. El distrito así mismo de ámbos lados del Estrecho de Magallanes se halla cubierto de grava o de la formacion errática i es interesante observar la marcada diferencia que ofrecen los guijarros perfectamente redondeados de la gran formacion detrítica de la Patagonia con respecto a los fracmentos mas o ménos angulosos de la formacion errática. Todos los guijarros i fragmentos de cerca del Estrecho, pertenecen en su mayor parte a rocas que se sabe que se encuentran en la Tierra del Fuego. Me sorprendí mucho, pues al dragar al sur del Estrecho i encontrar en latitud 54°10' S. muchos guijarros del pórfido silicoso amarillo a una gran profundidad en la isla de los Estados. Me fueron obsequiados así mismo otros procedentes de la estremidad occidental de las Islas Falkland (1).

La distribucion de los guijarros de este pórfido peculiar que me atrevo a afirmar no se encuentra *in situ* en la Tierra del Fuego, las islas Falkland ni la costa de Patagonia, es mui notable porque se han encontrado ejemplares en un es-

---

(1) En una coleccion de guijarros, que el señor Kent estrajo de la ribera de la bahía White Rock, hácia el norte del paso que existe entre las dos islas Falkland, ademas de estos guijarros bien redondeados que varian de tamaño desde una nuez hasta un huevo de gallina i algunos mayores, 38 pertenecian evidentemente a las rocas de estas islas; 26 eran análogos a los de los pórfidos encontrados en los llanos patagónicos, cuyas rocas no existen *in situ* en las Falkland; uno pertenecia al pecular pórfido silicoso amarillo i treinta eran de oríjen dudoso.

pacio de 840 millas de norte a sur i en las islas nombradas, 300 millas al este de la costa de la Patagonia. Su presencia en la Tierra del Fuego i las islas Falklands se debe talvez a la misma accion de los hielos que trasportaron los cantos erráticos.

Hemos visto que los guijarros porfídicos de pequeño tamaño se encuentran primeramente en el lado norte del rio Colorado, el lecho hallándose bien desarrollado cerca del rio Negro.

Es dable suponer, por muchas razones, que desde este punto la grava se estiende hácia el sur ininterrumpidamente sobre los llanos i valles de la Patagonia, en una estension de 630 millas náuticas, hasta el rio Gallegos. Tomando en consideracion el declive de los llanos, la naturaleza de los guijarros, su estension en el rio Negro hácia el interior i en el Santa Cruz hasta la Cordillera, pienso que es mui probable que todo el ancho de la Patagonia se halla cubierto por esta formacion. En tal caso, el ancho promediado del lecho debe ser de cerca de 200 millas. Respecto a su espesor, cerca de la costa tiene jeneralmente de 10 a 30 piés; i como en el valle del Santa Cruz alcanza a alguna distancia de la Cordillera, a 214 piés, creo que podemos calcularlo seguramente en 50 piés término medio i sobre el área total de 630 por 200 millas.

El trasporte i oríjen de este inmenso lecho de guijarros es un problema interesante. Su disposicion sobre los llanos escalonados formados por el mar dentro del período de las conchas existentes, manifiesta que su deposicion sobre los llanos mas altos, por lo ménos a alturas mayores de 400 piés, debe haber sido un suceso jeolójico reciente. Por la forma del continente, podemos imajinar con seguridad que han venido del oeste; probablemente, en su parte principal de la Cordillera, pero quizas en parte han provenido de algunos cordones rocosos no conocidos de los distritos centrales de la Patagonia. Que su trasporte no se debe a la accion de los rios, que corren en direccion a la costa, no debe dudarse en vista de las escasas i pequeñas corrientes de la Patagonia;

cuanto mas, si se atiende a que el rio Santa Cruz, que es un rio de grande i rápida corriente, tiene un poder de trasporte insignificante, segun se puede evidenciar. Este rio tiene de 200 a 300 yardas de ancho, cerca de 17 piés de profundidad en su parte media, i corre con un admirable grado de uniformidad 5 nudos por hora; no forma en su curso ningun lago ni ofrece en él ningun accidente que perturbe el curso de sus aguas. No obstante, es tal su pequeño poder de trasporte que despues de un exámen cuidadoso, no se logró encontrar un solo guijarro de basalto compacto en su lecho a mayor distancia de 10 millas del punto donde cortan sus aguas los restos de los grandes barrancos basálticos que forman su costa. Solo algunos fragmentos de las variedades *celulares* han sido arrastrados dos o tres veces mas lejos. Por otra parte, que los guijarros de la Patagonia Central i Setentrional no han sido trasportados por la accion de los hielos, como parece haber sido el caso en una estension considerable hácia la parte sur, e igualmente en el hemisferio norte, podemos deducirlo de la ausencia en la grava de todo fragmento angular i por el completo contraste bajo otros muchos respectos entre ésta i la próxima formácion errática. Por las razones espuestas, no hai duda que la grava de los llanos escalonados ha sido diseminada i nivelada por la accion contínua del mar, probablemente, durante la lenta elevacion de la tierra. Lo pulido i perfectamente redondeado de los guijarros, sólo probaria una accion mui prolongada i contínua. Pero hai una cuestion mas difícil: cómo esta masa ha sido trasportada hasta llanos costeros desde las montañas del interior. Las siguientes consideraciones, sin embargo, demuestran que el mar por su accion ordinaria tiene un poder considerable en la distribucion de los guijarros. Un cuadro se ha dado ya del decrecimiento uniforme i gradual (1) de estos, a

(1) Debo constatar que a la distancia de 150 millas de la costa patagónica, examiné cuidadosamente las pequeñas partículas redondeadas de arena i encontré que eran fusibles como los pórfidos del gran lecho de guijarros. Pude aun distinguir partículas del pórfido amarillo. Es interesante anotar cómo aumentan gradualmente las partículas de cuarzo blanco a medida que

medida que aumentan la profundidad i la distancia de la costa. Estas observaciones prueban irresistiblemente que el mar tiene el poder suficiente de escojer i distribuir las sustancias que se hallan sueltas en su fondo.

Segun Martin White (1) los temporales remueven el lecho del Canal Británico hasta profundidades de 63 i 67 brazas, i a 30 brazas los guijarros i fragmentos de conchas se depositan para ser trasportados de nuevo. Las grandes ondulaciones producidas por distantes temporales parece que afectan especialmente el fondo. En tales épocas, segun Sir R. Schomburgk (2) el mar, a una gran distancia alrededor de las islas Indias Occidentales, a profundidades de 5 a 15 brazas, se descolora i aun las conchas han sido removidas. Hai, sin embargo, algunas dificultades para esplicar cómo el mar puede trasportar los guijarros que descansan en el fondo, porque se desprende de esperimentos instituidos sobre el poder de los rios, que las corrientes del mar no tienen la suficiente velocidad para mover aun las piedras de moderado tamaño. A lo anterior debo agregar que he descubierto guijarros en el fondo completamente cubiertos de coralinas vivientes en su completo desarrollo.

En la boca del Santa Cruz, a 10 brazas de agua, se han estraido guijarros en gran número, de ménos de media pulgada de diámetro, que se hallaban cubiertos con zoófitos Flustráceos (3).

---

nos aproximamos a las islas Falkland, que se hallan así constituidas. Sobre las relaciones entre la profundidad del agua i la naturaleza del fondo. Véase Martin White en *Soundings in the Channel*, pájs. 4, 6, 176; tambien *Voyaje tho the Pacific* del capitan Beechey, cap. XVIII.

(1) Obra citada, pájs. 4 i 166. M. Sian comunica (*Edin. New. Phil, Your.* vol. XXXI, páj. 246) que encontró el sedimento a una hondura de 188 metros dispuesto en ondulaciones de diferentes grados de finura. Hai algunas excelentes discusiones sobre este punto.

(2) *Journal of Royal Geograph Soc.* vol. V. p. 25. De las investigaciones de Mr. Scott Russell se desprende que en las ondas de traslacion el movimiento de las partículas de agua es casi tan grande en el fondo como en la superficie.

(3) Se me obsequió un guijarro de una i media pulgada cuadrada i media

De esto se sigue que estos guijarros no son a menudo removidos violentamente, aunque debe tenerse presente que el crecimiento de estas coralinas es rápido. La esplicacion propuesta por el profesor Playfair, creo que soltará esta aparente dificultad: las ondulaciones de las aguas *tienden* a elevar los guijarros u otros cuerpos sueltos en el fondo, los cuales en esta situacion se hacen susceptibles de ser trasportados aun por la fuerza mas pequeña. Así se comprende cómo las corrientes oceánicas o de las mareas de gran fuerza o el (1) movimiento de *resaca* (que presumo debe estenderse hácia afuera tanto como las aguas rompientes impelen la superficie del agua hácia la ribera) adquieren el poder durante los temporales de cerner i distribuir los guijarros aun de considerable tamaño sin grandes sacudimientos que puedan afectar las incrustaciones coralinas.

Otro modo de accion de las olas en la distribucion de los guijarros tiene lugar en las costas. M. Palmer, en su excelen-

---

de espesor que habia sido estraido de 27 brazas de profundidad en el estremo oeste de las islas Falkland, donde el mar es notablemente tormentoso i sujeto a violentas mareas. Este guijarro se hallaba incrustado por todos sus lados por un coral delicado i viviente. He visto muchos guijarros de profundidades entre 40 i 70 brazas así incrustados; uno de los cuales, i de esta última profundidad, pertenecia a proximidades del Cabo de Hornos.

(1) Aprovecho esta ocasion para llamar la atencion hácia un carácter mui singular i comun en la forma del fondo de las calas que penetran profundamente las costas occidentales de la Tierra del Fuego, a saber: que son casi invariablemente mucho mas bajas cerca de la boca que hácia el interior. Así Cook al penetrar al canal Christmas halló primero sondajes en 37 brazas, despues en 50, despues en 60, i un poco mas adelante en 170 sin fondo.

Los marinos se hallan tan familiarizados con este hecho, que siempre elijen para anclar las proximidades de las entradas de las bahías. Este accidente de los canales o angosturas cerca de su embocadura se debe probablemente a la cantidad de sedimento formado por el desgaste de las rocas esteriores espuestas a la fuerza total de la alta mar. No dudo que muchos lagos, por ejemplo, en Escocia, que son mui profundos i se hallan separados del mar por una faja de *detritus*, fueron orijinariamente canales con bancos de esta naturaleza cerca de su embocadura, que han sido solevantados en seguida.

te memoria sobre este asunto, ha demostrado que grandes masas de guijarros viajan con sorprendente lijereza a lo largo de las costas, conforme a la direccion con que las olas quiebran en la playa, debido a la direccion prevaleciente de los vientos. Esta ajencia debe ser poderosa para mezclar i diseminar los guijarros de diversa procedencia. Podemos comprender de esta manera la ancha distribucion del pórfido amarillo e igualmente quizas la gran diferencia de naturaleza de los guijarros en la boca del Santa Cruz con respecto a los de la misma latitud que se hallan en la cabecera del valle.

No es mi propósito asignar la parte que corresponde a estas varias i complicadas ajencias en la distribucion del cascajo de la Patagonia, pero por las consideraciones dadas en este capítulo, i puedo agregar por la frecuencia de una capa de grava sobre los depósitos terciarios en todas las partes del globo, segun mis observaciones i la de diversos autores, no puedo dudar que el poder de dispersion de la grava es una circunstancia ordinaria de la accion del mar i que aun en el caso de la gran formacion guijarral de la Patagonia no necesitamos recurrir al ausilio de grandes catástrofes. Mi primera impresion fué imajinar que quizas una inmensa acumulacion de guijarros se hubiese formado orijinariamente al pié de la Cordillera, que esta acumulacion, habiendo sido solevantada sobre el nivel del mar, hubiese sido denudada i parcialmente diseminada (a la manera de lo que tiene lugar al presente en la línea de la costa) i que los lechos nuevamente formados hubiesen sido a su vez solevantados, denudados i diseminados nuevamente i así sucesivamente hasta que el guijarro que fué acumulado primero en gran cantidad al pié de la Cordillera hubo de alcanzar su presente estension esparcido en capas delgadas. Por cualesquiera medios que haya sido distribuida la formacion de grava de la Patagonia, lo vasto de su área, su espesor, su posicion superficial, su orijen reciente i el grado notable de analojía en la naturaleza de sus guijarros, todo me parece que merece la atencion del jeólogo en relacion al orijen de

lechos que han sido diseminados en tan enormes proporciones en épocas pasadas.

Formacion de los barrancos.—Cuando se observan los barrancos denudados de la Patagonia, que tienen de 800 a 900 piés de altura, i se hallan formados de estratos horizontales terciarios que deben haberse estendido hasta mui afuera, o bien cuando contemplamos los barrancos elevados al rededor de muchas islas volcánicas, en los cuales la inclinacion gradual o suave de las corrientes de lava indican la estension anterior de la tierra, una dificultad me ocurrió a menudo, a saber, cómo los estratos pudieron ser removidos por la accion del mar a una profundidad considerable. El corte siguiente representa la forma jeneral de la tierra al norte i sotavento de Santa Elena i del fondo del mar adyacente

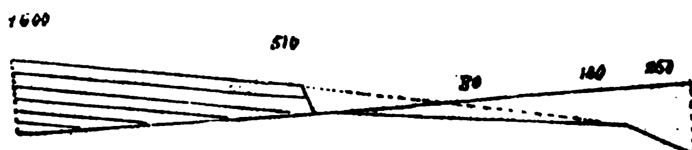


Fig. 7

(tomado principalmente de los estudios del capitan Austin i algunos mapas antiguos) e indicará la naturaleza de esta dificultad.

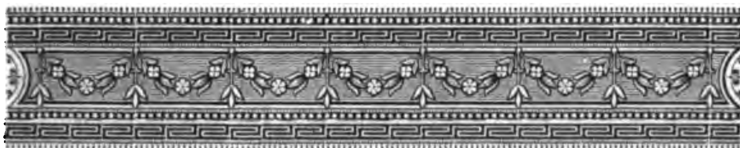
Sí, como parece probable, las corrientes balsáticas se prolongaron orijinariamente con una inclinacion aproximada a la actual, es indudable, como lo demuestran los puntos en el corte, que debieron haberse estendido anteriormente hasta el punto que se halla al presente a 30 brazas de profundidad, pero tengo razones para creer que se estendian considerablemente mas allá porque la inclinacion de las corrientes es mucho menor cerca de la costa que al interior.

Talvez otras secciones en la costa de esta isla habrian dado mucho mas admirables resultados, pero no tengo las medidas exactas. Así a barlovento, los barrancos tienen cerca de 2,000 piés de altitud i la corriente de lava separada

o cortada se inclina mui gradualmente como lo hace el fondo del mar alrededor de toda la isla. ¿Cómo entónces ha podido ser desgastada toda la dura roca balsática que ántes se estendia bajo la superficie del mar? Segun el capitan Austin el fondo es desigual i rocoso solo hasta la distancia mui pequeña de 5 a 6 brazas de profundidad; mas allá, i hasta cerca de 100 brazas el fondo es plano, lijeramente inclinado i formado de lodo i arena; aquí se hunde repentinamente hasta profundidades inconmensurables, como acontece comunmente en todas las costas donde se están acumulando sedimentos. A profundidades mayores de 5 a 6 brazas parece imposible, en las circunstancias actuales, que el mar pueda haber corroido esta dura roca en algunas partes hasta un espesor de 150 piés por lo ménos, i haber depositado un lecho parejo de sedimento fino. Para esplicar esta dificultad, supongamos que Santa Elena hubiese estado hundiéndose lentamente durante un largo período i veremos entónces que tras un nuevo hundimiento las olas obrarian sobre los barrancos de la costa con gran vigor miéntras que la capa rocosa de cerca de la playa seria arrastrada a la profundidad en que la arena i lodo serian depositados en su superficie denudada i desigual. Tras la formacion a inmediacion de la costa de un nuevo bajo rocoso un segundo hundimiento lo arrastraria repitiéndose el depósito anterior. Pero en el caso de las muchas islas barrancosas tales como algunas de las Canarias i de Madeiras, en las cuales en todo su alrededor la inclinacion de los estratos demuestra que éstos se estendieron anteriormente hasta profundidades muchos mayores i donde no existen actualmente ajentes poderosos de denudacion, ¿debemos suponer que todas estas islas se han hundido lentamente? Madeiras, se ha hundido, segun M. Smith de Jordan Hill. ¿Debemos estender esta conclusion a las costas elevadas, barrancosas i horizontalmente estratificadas de la Patagonia, en las cuales, aunque el agua es mui profunda aun a la distancia de varias millas, el fondo plano de guijarros que gradualmente decrecen en tamaño con la profundidad, a medida que ésta aumenta i cuyo orijen es de

fuente estraña, parece comprobar que el mar es actualmente un ajente de deposicion i no de corrocion? Mas adelante veremos que en todos estos casos la tierra i el lecho del mar adyacente se han hundido en efecto, i llegará la época en que los jeólogos considerarán tan improbable que la tierra haya conservado un mismo nivel durante un período jeolójico completo, como que la atmósfera haya permanecido absolutamente tranquila durante toda una estacion.





CAPÍTULO II

Elevacion de la costa occidental de Sub-América

Cabo Tres Montes (lat. 46°35′).—Aquí en las costas de Christmas Cove, observé en varios lugares una playa de guijarros con conchas recientes, a 20 piés mas o ménos sobre la línea de la mas alta marea. Al sur de Tres Montes, en latitud 47° a 48° Byron halló con asombro en las cimas de los cerros mas altos lechos de conchas de 1 a 2 piés de espesor. «En el archipiélago de los Chonos, la isla de Lémus (lat. 44°30′) fué solevantada repentinamente, segun M. Coste, 8 piés durante el temblor de 1829. Agrega que algunas rocas que ántes se hallaban cubiertas por el mar, velan hoi constantemente». En otras partes de este archipiélago, ví dos terraplenes de grava escalonados. En bahía Lowe (43°48′), debajo de una gran masa de la formacion errática de cerca de 300 piés de espesor, encontré una capa de arena con numerosos fragmentos triturados de conchas marinas, de aspecto reciente, pero mui pequeños para ser identificados.

Isla de Chiloé.—La evidencia de la elevacion reciente es aquí mas manifiesta. La bahía de San Cárlos se halla casi totalmente rodeada de barrancos enhiestos de cerca de 10 a

40 piés de altura, hallándose sus bases separadas de la línea actual de la accion de las mareas por un talus, de unos pocos piés de altura, cubierto de vejetacion. En una caleta abrigada (al oeste de Punta Arenas) en lugar de un talus suelto habia un banco desnudo e inclinado de lodo endurecido terciario, perforado, sobre la línea de la mas alta marea, por numerosas conchas de una Pholas, actualmente comun en la bahía.

Las estremidades superiores de estas conchas, que se hallaban perpendiculares en sus agujeros en que habia prendido alguna vejetacion, estaban desgastadas hasta cerca de un cuarto de pulgada, i al mismo nivel que los estratos circundantes denudados. En otras partes, como por ejemplo, en Pudeto, observé una gran playa formada de conchas trituradas, a 20 piés sobre la costa actual. En otros lugares igualmente habia pequeñas cuevas cavadas al pié de los barrancos bajos i resguardadas de las olas por el talus con su vejetacion. Una de estas cuevas, que examiné, tenia en la boca cerca de 20 piés de altura i el fondo, que estaba lleno de arena i contenia fragmentos de conchas i patas de cangrejos, se hallaba a 8 o 10 piés sobre la línea de la alta marea. Los hechos anteriores, i el aspecto de las conchas solevantadas, manifiestan que la elevacion ha sido mui reciente. Parece que en esta rejion, segun informaciones particulares, el suelo se habria elevado 4 piés o la mar deprimido, dentro de los últimos cuatro años. Este movimiento local debió haber sido mui lento, pues de lo contrario no habria pasado desapercibido a los habitantes o pobladores que guardan sus botes en las caletas abrigadas. Por otra parte, si el movimiento elevatorio jeneral no se produjera en una proporcion lo suficientemente rápida, no habria duda que el mar pronto habria destruido el talus que se halla al pié de los barrancos que rodean la bahía i entónces habria alcanzado su anterior estension lateral, aunque no por supuesto su nivel anterior. Algunos de los habitantes me aseguran que uno de estos talus, por donde pasa el camino, se nota de una manera sensible que decrece actualmente en anchura.

Recibí varias informaciones de lechos de conchas existentes a considerables alturas en las partes interiores de Chiloé; i visité personalmente una de éstas, cerca de Catiman. Aquí al lado sur de la península de Lacuy habia un inmenso lecho de la *Venus costellata* i de una ostra, que descansaba sobre el borde superior de un resto de altiplanicie de 350 piés de altura barométrica sobre el nivel del mar. Las conchas se hallaban aglomeradas i enterradas en una tierra negra, húmeda i turbosa, de 2 o 3 piés de espesor, mas allá de la cual crecia un bosque de grandes árboles. Considerando la naturaleza i humedad de este suelo turboso, es sorprendente que los delicados cordones o aristas de la parte esterior de la Venus se hayan conservado perfectamente, aunque todas las conchas tienen un aspecto ennegrecido. No dudé que este suelo negro, que, cuando seco, se endurece, fuera enteramente de orijen terrestre, pero examinándolo bajo el microscopio, encontré muchos i mui pequeños fragmentos redondeados de conchas, entre los cuales pude distinguir pedacitos de sérpulas i de choros. La *Venus costellata* i la ostra (O. edulis, segun el capitan King) son actualmente las especies mas comunes en las bahias adyacentes. En un lecho de 350 piés, encontré un cuerno del pequeño *Cervus humilis*, que actualmente habita en Chiloé. El lado oriental o interior de Chiloé, con sus muchas islitas adyacentes, consta de depósitos terciarios i de la formacion errática, escavados en llanos irregulares cubiertos de grava. Cerca de Castro i a 10 millas al sur, en la pequeña isla de Lemuy, hallé que la superficie del suelo se encontraba a una altura de entre 20 i 30 piés sobre la mas alta marea i en varios lugares a alturas mayores de 50 piés, gruesas capas de conchas trituradas, principalmente de la *Venus costellata i Mytilus Chiloensis;* especies las mas abundantes actualmente en la costa. Como los habitantes llevan inmensas cantidades de estas conchas al interior, la continuidad del lecho a una inmensa altura fué el único medio de reconocer su orijen natural. Cerca de Castro, en cada lado de la caleta i riachuelo de Gamboa, tres distintos terraplenes se presentan. El infe-

rior se estimó en 150 piés de altura, i el mas alto en cerca de 500 piés; el terreno a su espalda continúa subiendo irregularmente. Oscuras huellas, tambien, de estos mismos terraplenes pueden verse así mismo a lo largo de la costa. No puede dudarse que estos tres escarpes indican interregnos en la elevacion de la isla. Debo observar que varios promontorios tienen la palabra Huapi, unida a su nombre, palabra que significa en lengua indíjena, isla, como Huapilinao, Huapilacuy, Cancahuapi, etc.; i estos, segun las tradiciones indíjenas, fueron anteriormente islas. De la misma manera el término Pulo en Sumatra se agrega a los nombres de los promontorios que se dice tradicionalmente que han sido islas; en Sumatra como en Chiloé existen conchas recientes solevantadas. La bahía de Carelmapu, en la península de su nombre al norte de Chiloé, segun Agüero (1), fué en 1643 una buena bahía; ahora es enteramente inadecuada escepto para botes.

Valdivia.—No observé en este lugar ninguna prueba distinta de la elevacion reciente; pero en un lecho de arenisca mui blanda, que forma un llano de cerca de 60 piés de altura, que rodea los cerros de mica-pizarra, habia conchas de Mytilus, Crepidula, Solen, Movaculina i Cytherea, mui imperfectas para ser reconocidas específicamente. En Imperial, 70 millas al norte de Valdivia, Agüero dice que hai grandes lechos de conchas, a considerable distancia de la costa, con que se hace cal. La isla de la Mocha, que está un poco mas al norte de Imperial, fué elevada 2 piés durante el temblor de 1835.

Concepcion.—Nada tengo que agregar a la excelente relacion del capitan Fitzroy sobre la elevacion de la tierra en este lugar que acompañó al temblor de 1835 (2). Recorda-

---

(1) De la relacion dada por escritores españoles antiguos se desprende que varias otras bahías entre este punto i Concepcion eran enteramente mucho mas hondas de lo que lo son actualmente.

(2) En el vol. X (p. 601) de la *Geological Transactions* he dado una relacion de los notables fenómenos volcánicos que acompañaron a este temblor. Estos fenómenos prueban, a mi juicio, que la accion por la cual gran-

ré solo que la parte sur de la isla de Santa María fué elevada 8 piés, la central 9 i la del norte 10 i toda la isla mas que los distritos circunvecinos. Grandes lechos de choros, patellas i chitones, todavia adheridos a las rocas, fueron solevantados sobre la línea de la alta marea; i algunos acres de un espacio rocoso, que se hallaba anteriormente siempre cubierto por el mar, fueron dejados en seco i exhalaban *un olor* desagradable, por las muchas conchas adheridas que entraban en putrefaccion. Se desprende de las investigaciones del capitan Fitzroy que la isla de Santa María i Concepcion (que fué elevada solo 4 o 5 piés) en el trascurso de algunas semanas, se hundieron en seguida i perdieron parte de su primera elevacion. Agregaré solo por via de prevencion que alrededor de las costas arenosas de la gran bahía de Concepcion, fué mui difícil, debido a los efectos niveladores de la gran ola acompañada, reconocer ninguna evidencia distinta de este solevantamiento considerable. Un punto sólo debe esceptuarse, donde habia una roca destacada que ántes del temblor habia estado siempre cubierta por el mar, pero que despues fué dejada en descubierto.

En la isla de Quiriquina (en la bahía de Concepcion) encontré a una altura estimada en 400 piés, estensos mantos de conchas, mui trituradas, pero algunas perfectamente conservadas i mui apelmasadas en una tierra negra vejetal; constaban de Concholepas, Fissurella, Mytilus, Trochus i Balanus. Algunos de estos mantos de conchas descansan sobre un grueso lecho de una tierra friable, seca, de un color rojo subido, que cubre la superficie de la arenisca terciaria i se estiende, como lo comprobé miéntras navegábamos a lo largo de la costa, 150 millas al sur. En Valparaiso veremos luego que una masa terrosa, roja, análoga, aunque al parecer de oríjen terrestre, es realmente en su mayor porte de oríjen marino reciente.

En los flancos de esta isla, a una altura menor de 400

---

des espacios de terreno son elevados i se producen las erupciones volcánicas, son idénticas bajo todos respectos.

piés, habia espacios de varios piés cuadrados, cubiertos con una capa gruesa de fragmentos de conchas análogas. Durante una visita posterior del Beagle a Concepcion, Mr. Kent, su cirujano, tuvo la bondad de efectuar algunas mensuras barométricas para mí. Encontró muchos restos marinos a lo largo de las costas de la bahía a una altura de cerca de 20 piés, i en el cerro del Centinela, tras de Talcahuano, a la altura de 160 piés, recojió numerosas conchas apelmasadas i enterradas bajo la superficie en una tierra negra, los cuales consistian en dos especies de Mytilus, dos de Crepidula, una de Concholepas, Fissurella, Venus, Mactra, Turbo, Monoceros i el Balanus psittacus. Estas conchas se hallaban descoloridas por el sol i dentro de algunos de los Balani, adheridos otros Balani mas pequeños, demostrando así que aquéllos deben haber permanecido largo tiempo muertos en el mar. Las especies citadas las comparé con las que viven actualmente en la bahía i las encontré idénticas; pero habiendo perdido desde entónces los ejemplares no puedo dar sus nombres. Esto es de poca importancia, siendo que Mr. Broderip ha examinado una coleccion parecida, hecha durante la espedicion del capitan Beechez i asegura eran diez especies recientes, asociadas con fragmentos de Echini, cangrejos i Flustrae; algunos de estos restos, segun el teniente Belcher, se hallaban a la altura de cerca de 1,000 piés sobre el nivel del mar.

En algunos lugares alrededor de la bahía, Mr. Kent observó que habia lechos formados esclusivamente del Mytilus Chiloensis; esta especie vive actualmente en partes que jamas dejan en descubierto las mareas. A considerables alturas, Mr. Kent encontró solamente unas pocas conchas; pero de la cima de un cerro de 625 piés de altura, me trajo ejemplares del Concholepas, el Mytilus Chiloensis i un Turbo. Estas conchas eran mas blandas i quebradizas que las de la altura de 164 piés; i estas últimas tenian claramente un aspecto mucho mas antiguo que las mismas especies de la altura de solos 20 piés.

Costa al norte de Concepcion.—El primer punto examinado

se halla en la boca del Rapel (160 millas al norte de Concepcion i 60 millas al sur de Valparaiso) donde observé unas pocas conchas a la altura de 100 piés, i algunos picos adheridos a las rocas, 3 o 4 piés sobre la mas alta marea. Mr. Gay encontró aquí conchas recientes a la distancia de 2 leguas de la costa. Al interior habia algunos llanos anchos, cubiertos de grava, atravesados por muchos valles abiertos i de fondo plano (ahora con algunos insignificantes arroyuelos) cuyos lados subian en escarpes sucesivos a manera de murallas, levantándose uno tras otro, i en muchos lugares, segun M. Gay, ofrecian cuevas. Una de éstas, la Cueva del Obispo, que examiné, se asemeja a las formadas en muchas costas del mar, con su fondo lleno de guijarros. Estos llanos interiores, en lugar de descender hácia la costa, se hallan inclinados en una direccion opuesta, hácia la Cordillera, como los terraplenes que ascienden sucesivamente en el interior o lado oriental de Chiloé. Algunos riscos de granito, que se proyectan a traves de los llanos cerca de la costa, no dudo que ántes formaron una cadena de islas sobresalientes, en cuyas costas interiores los llanos se acumularon. En Bucalemo, unas pocas millas al norte del Rapel, observé al pié i en el borde de la cima de un llano, a 10 millas de la costa, muchas conchas recientes, mui trituradas, pero algunas enteras. Las habia tambien muchas en el fondo del gran valle del Maipo. En San Antonio, se dice que se recojen conchas i se calcinan para cal. En el fondo de la gran quebrada (Quebrada Honda) en el camino a Casablanca, a la distancia de varias millas de la costa, observé un lecho considerable, compuesto esclusivamente de la ***Mesodesma donaciforme***, Desh, que descansaba sobre un lecho de arena cenagosa: esta concha vive actualmente asociada en gran número, en los espacios planos que ocupan i desocupan alternativamente las mareas en las costas de Chile.

Valparaiso.—Durante dos años sucesivos examiné cuidadosamente, asociado en parte con Alison, todos los hechos que se relacionan con la elevacion reciente de esta costa. En muchísimas partes puede verse una playa de conchas

quebradas, como a 14 o 15 piés de altura sobre la línea de la marea alta, i a este nivel las rocas de la costa, donde son abruptas, se hallan señaladas por una línea de desgaste. Mr. Alison encontró entre el huano de pájaro, a este mismo nivel, algunos picos adheridos a las rocas. En el espacio de varias millas al sur de la bahía casi todos los morros o promontorios pequeños, planos, entre las alturas de 60 i 230 piés (medidas por barómetro) se hallan uniformemente cubiertos por una gruesa masa de conchas trituradas, de la misma especie i sin duda en el mismo número proporcional que las existentes en el mar adyacente.

El concholepas es la concha mas abundante principalmente i que se halla mejor conservada; pero estraje algunos ejemplares perfectamente conservados de la *Fissurella Biradiata*, de un Trochus i de un Balanus (ámbos mui conocidos, pero, segun Sowerby, todavia innominados) i parte del *Mytilus Chiloensis*. La mayor parte de estas conchas, así como una Nullipora incrustante, retienen parcialmente su color; pero son quebradizas i amenudo se hallan manchadas de rojo por la masa brechiforme subyacente, de rocas primarias; algunas se hallan aglomeradas en una tierra negra o rojiza o sueltas en la superficie denudada i rocosa. El número total de estas conchas es inmenso; son ménos numerosas, aunque no escasas, a alturas mayores de 1,000 piés sobre el mar. En la cumbre de un cerro, de 557 piés de altitud habia una pequeña capa horizontal de conchas trituradas, de las cuales muchas consistian (se encuentran igualmente a menores alturas) en ejemplares mui jóvenes i pequeños de Concholepas, Trochus, Patallae, Crepidulae i el Mytilus Magellanicus (?) (1) que viven actualmente. Muchas de estas conchas tenian ménos de un cuarto de pulgada en sus mayores diámetros. Me llamó la atencion a esta circunstancía un pes-

---

(1) Mr. Cuming me informa que no cree que esta especie sea idéntica, aunque es mui parecida, al verdadero Mytilus Magellanicus de la costa sur i oriental de la América del Sur; vive abundantemente en la costa de Chile.

cador nativo a quien tomé para visitar estos lechos conchíferos, i él ridiculizaba la idea de que conchas tan pequeñas pudieran haber sido llevadas hasta ahí para alimento; ni han podido algunas de estas especies haberse adherido cuando vivas a otras conchas mas grandes. En otro cerro, algunas millas distante, i 648 piés de altura, encontré conchas del Concholepas i Trochus, enteras aunque mui antiguas, con fragmentos de Mytilus Chiloensis, todas enterradas en una tierra de un rojo oscuro. Encontré esta misma especie con fragmentos de un Echinus i de Balanus pssittacus, en un cerro de 1,000 piés de altura. A mayores alturas, las cenchas son mui raras, aunque en un cerro de 1,300 piés de altitud, recojí Concholepas, Trochus, Fissurella i una Patella. En estas alturas superiores las conchas se hallan casi invariablemente enterradas i a veces se descubren solo al arrancar los arbustos. Estas conchas presentaban claramente un aspecto mucho mas antiguo que las que se hallaban a alturas menores; los ápices de los Trochis se manifestaban casi siempre destruidos; los pequeños agujeros hechos por animales litófagos se hallaban mui ensanchados; i los Concholepas casi siempre perforados totalmente, debido a que las láminas interiores de la concha se habian descascado.

Muchas de estas conchas, como he dicho, se hallaban aglomeradas i estaban llenas de una tierra negruzca o de un rojo oscuro, que descansaba sobre el detritus granítico. No dudé al principio de que este suelo fuese esclusivamente de orijen terrestre; pero con ayuda del microscopio examinando el contenido del interior de un Concholepas de la altura de cerca de 100 piés, encontré que se hallaba en su mayor parte compuesto de pequeños fragmentos de las espinas, huesos de la boca i conchas de los Echini i de pequeños fragmentos de ejemplares mui jóvenes de Patellae Mytili, i otras especies. Encontré fragmentos similares, microscópicos, en la tierra que llenaba los orificios centrales de algunas grandes Fissurellas. Esta tierra, cuando comprimida o restregada, emite un olor semejante al que ofrece la tierra de los jardines mezclada con huano. La que se ha conservado accidentalmente

dentro de las conchas de las grandes alturas, tiene el mismo aspecto jeneral, pero es un poco mas roja; emite el mismo olor cuando se la restrega, pero no conseguí descubrir con certeza ningun resto marino en ella. Esta tierra se asemeja en jeneral, como se ha observado, a la que cubre las rocas de la Quiriquina en la bahía de Concepcion, en la cual se hallan lechos de conchas marinas. Hemos demostrado tambien que el suelo negro i turboso en que se hallan aglomeradas las conchas a una altura de 350 piés en Chiloé, contenia muchos pequeños fragmentos de animales marinos. Estos hechos son dignos de mencion porque demuestran que terrenos que a primera vista parecen de naturaleza puramente terrestre, deben su orijen en parte principal al mar.

Aceptando, por lo que hemos visto en Chiloé i en la Tierra del Fuego, que grandes cantidades de conchas son llevadas al interior durante edades sucesivas, en donde los habitantes subsisten principalmente de estas producciones, me limito a establecer que a mayores alturas de 557 piés, donde el número de conchas mui jóvenes i pequeñas prueban que no han sido llevadas ahí con ese objeto, la única evidencia de que las conchas han sido dejadas ahí naturalmente por el mar, consiste en su invariable i uniforme aspecto de estrema antigüedad, en la distancia de algunos de los lugares de la costa, en lo inaccesible de otros desde las partes mas próximas de ésta i en la falta completa de agua dulce; en que no se hallan las conchas amontonadas i últimamente en la estrecha analojía del suelo en que se hallan enterradas con el que mas abajo puede comprobarse inequívocamente que se halla formado en gran parte de restos de animales marinos (1).

---

(1) En *Proceedings of the Geolog. Soc.*, vol. II, páj. 446, he dado un breve resúmen de las conchas elevadas de la costa de Chile i ahí manifesté que no son satisfactorias las pruebas de la elevacion a mayor altura de 230 piés. Ello se debió a que en ese tiempo no habia revisado, desgraciadamente, una pájina escrita en mi segunda visita a Valparaiso, describiendo las conchas, actualmente en mi poder, del cerro de 557 piés de altura; ni habia desembalado mis colecciones ni tomado en consideracion el aspecto patente de mayor antigüedad de las conchas de las alturas superiores ni habia en-

Con respecto a la posicion en que las conchas se hallan, me llamó mucho la atencion aquí, en Concepcion i en otras partes, la frecuencia de su presencia en las cumbres i bordes de los cerros separados o de las pequeñas planicies o promontorios planos que terminan abruptamente hácia el mar. Las varias especies de moluscos nombrados anteriormente, que se hallan diseminados sobre una superficie desde unos pocos piés sobre el nivel del mar hasta alturas mayores de 1,300 piés, todas viven actualmente en la costa a unas pocas brazas de profundidad. Mr. Edmonston en una carta al profesor E. Forbes, manifiesta que dragando en la bahía de Valparaiso, encontró las especies comunes de Concholepas, Fissurella, Trochus, Monoceros, Chitones, etc., que vivian en abundancia desde la ribera hasta una profundidad de 7 brazas; i las conchas muertas solo se encuentran a unas pocas brazas mas de profundidad. La *Turritella cingulata* comun fué estraida viva aun de 10 a 15 brazas; pero esta es una especie que no encontré aquí entre las conchas solevantadas. Considerando el hecho de que las especies son todas literales o sub-literales, considerando su presencia a varias alturas, su gran número i su estado ordinario de trituracion, no puede dudarse que fueron dejadas en líneas sucesivas de costa durante una elevacion gradual de la tierra. La presencia, sin embargo, de tantas conchas enteras i enteramente conservadas, ofrece a primera vista una dificultad a esta teoría, en vista de que la costa se halla espuesta a toda la fuerza de un mar despejado. Pero podemos suponer o que estas conchas fueron arrojadas en los temporales sobre cordones planos de rocas a mayor altura que la alta marea i que durante la elevacion de la tierra no volvieron ya mas a quedar al alcance de las olas, o que lo fueron durante temblores tales como los de los años 1822, 1835 i 1837 en los cuales algunos arrecifes rocosos cubiertos de animales marinos fueron súbitamente so-

---

tónces descubierto el oríjen marino de la tierra en que se hallan aglomeradas muchas de las cónchas. En vista de estos hechos, no tengo la menor duda que las conchas a la altura de 1,300 piés han sido solevantadas por causas naturales hasta su posicion presente.

levantados mas allá del alcance futuro del mar. Esta última esplicacion es quizas la mas probable con respecto a los lechos que en Concepcion se hallan compuestos enteramente del *Mytilus Chiloensis* especie que vive bajo las mas bajas mareas, e igualmente con respecto a los grandes lechos que se presentan al norte i sur de Valparaiso, del *Mesodesma donaciforme*, concha que, como lo ha espuesto Mr. Cuming, habita los bancos de arena al nivel de las mareas mas bajas. Pero aun en el caso de conchas que tengan las costumbres de este Mytilus i Mesodesma, algunos lechos de ellas, donde el mar acumule suavemente arena o lodo, protejiendo así él mismo sus propias acumulaciones, pueden ser solevantados por el mas lento movimiento, permaneciendo fuera del alcançe de las aguas en cada nueva línea de costa.

Es digno de observacion que en ninguna parte de Valparaiso, a alturas mayores de 20 piés o mas raramente de 50 piés, hállanse líneas de erosion en las rocas sólidas o algun lecho de guijarros; esto, creo, puede esplicarse por la tendencia a la desintegracion de la mayor parte de las rocas de este lugar. No se encuentran tampoco terraplenes. Mr. Alison, sin embargo, me comunica que en ámbos lados de una quebrada estrecha a la altura de 300 piés sobre el mar, encontró una sucesion de playas algo indistintas, escalonadas, compuestas de conchas quebradas, las cuales cubrian un espacio de cerca de 80 piés verticales.

No tengo que agregar a las relaciones ya publicadas sobre la elevacion de la tierra en Valparaiso (1) que acompañó al terremoto de 1822, pero debo dejar constancia de un centinela de faccion que inmediatamente despues del choque vió una parte de un fuerte que se hallaba fuera del campo de su vision, lo que indicaria que el solevantamiento no fué horizontal. Apareceria todavia de algunos hechos recojidos por Mr. Alison que solo la mitad oriental de la bahía fué elevada

---

(1) Dr. Meyen, *Reise um Erde*, tomo I, páj. 221. Encontró en 1831 algas marinas i otros cuerpos adheridos a algunas rocas que durante el terremoto de 1822 fueron elevadas sobre el mar.

entónces. Debido a los informes de este mismo caballero, daré una relacion de los cambios de nivel que se han producido en este lugar dentro del período histórico. Como por el año de 1680, un malecon o pretil fué construido, del cual solo pocos fragmentos quedan ahora; aun despues del año 1817, el mar amenudo cruzaba sobre él i barria las casas en el lado opuesto del camino, (donde la prision está ahora) i aun en 1819 Mr. J. Martin se acuerda haber pasado al pié de esta muralla habiéndose visto obligado muchas veces a saltar sobre ella para escapar de las olas. Actualmente se halla, (1834) del lado del mar entre la muralla i la playa, en una parte, una hilera de casas i en otra, dos hileras con una calle intermedia. Esta gran estension de la playa en tan corto tiempo no puede atribuirse simplemente a la acumulacion de detritus. La altura entre la parte visible mas baja de la muralla i la línea de costa actual en la alta marea, es de 11 piés 6 pulgadas. La iglesia de San Agustin se dice que fué edificada en 1614 i, segun una tradicion, el mar anteriormente llegaba hasta mui cerca de ella; sus cimientos están actualmente a 19 piés 6 pulgadas sobre la línea mas alta de la ribera; de manera que vemos que en un período de doscientos veinte años, la elevacion no habria excedido de 19 piés 6 pulgadas. De los hechos anteriores i por el testimonio de la tradicion, parece efectivo que el cambio de nivel empezó a ser manifiesto cerca del año 1817. La única elevacion repentina de que hai memoria, tuvo lugar en 1822 i parece que no excedió de 3 piés. Posteriormente, se han hecho observaciones que merecen fé respecto a un antiguo casco que se hallaba firmemente enterrado cerca de la playa i que ha emerjido sensiblemente. Esto demostraria que aquí como en Chiloé se está produciendo una lenta elevacion de la tierra. Parece mui probable que las rocas citadas que presentan huellas de corrosion en una faja a la altura de 14 piés sobre el mar, fueron afectadas durante el período en que, segun la tradicion, el mar llegaba en ocasiones hasta la base de la iglesia de San Agustin, ahora a 10 i 9 piés 6 pulgadas sobre el nivel de la mas alta marea.

Valparaiso a Coquimbo.—Durante las primeras 75 millas al norte de Valparaiso, seguí el camino de la costa, i en todo este espacio observé innumerables masas de conchas solevantadas.

Cerca de Quinteros hai inmensas acumulaciones (que se trabajan para cal) de la *Mesodesma donaciforme*, aglomerada en una tierra arenosa; abundan principalmente como a 15 piés sobre la línea de la alta marea, pero se hallan conchas aquí, segun Mr. Miers (1) a una altura de 500 piés i a una distancia de tres leguas de la costa.

Observé algunos picos adheridos a las rocas a 3 o 4 piés sobre la mas alta marea. En la vecindad de Placilla a Catapilco, a alturas de entre 200 o 300 piés, el número de conchas trituradas, con algunas enteras, especialmente de la Mesodesma, aglomeradas en capas, era verdaderamente inmensa. La Placilla ha formado anteriormente una bahía, llena de masas rocosas abruptas aisladas, a la manera de los islotes en las bahías desiguales que ahora accidentan la costa.

En ámbos lados de los rios Ligua, Longotoma, Guaiquien i Quilimarí hai llanos de grava de cerca de 200 piés de altura, en muchas partes absolutamente cubiertos de conchas. Cerca de Conchalí, se levantan dos llanos de grava, el mas bajo de los cuales tiene cerca de 60 piés de altura, i éste a su vez, se halla separado de la playa por un ancho espacio de terreno bajo. La superficie de estos tres llanos o terraplenes se hallaba cubierta de gran número de Concholepas, Mesodesma, una Vénus existente i otras conchas litorales todavia vivientes. Los dos terraplenes superiores se asemejan estrechamente, aunque son mas pequeños, a los llanos de la Patagonia i como ellos se hallan asurcados por valles secos, tortuosos, de fondo plano. Al norte de este lugar, volví hácia al interior; i por consiguiente ya no hallé mas conchas, pero los valles del Choapa, Illapel i Limarí abundan en lla-

(1) *Travels in Chile*, vol. I, páj. 395 i 458. Recibí informaciones análogas de los habitantes i se me aseguró que habia muchas conchas en el llano de Casablanca (entre Valparaiso i Santiago) a la altitud de 800 piés.

nos cubiertos de grava, que incluyen amenudo un terraplen mas inferior. Estos llanos se estienden hasta las bahías i cerros circunvecinos; i se hallan unidos continuadamente con otros llanos estensos cubiertos de grava, que separan los cordones de la costa de la cordillera.

Coquimbo.—Un llano estrecho en forma de faja, lijeramente inclinado hácia el mar, se estiende aquí 11 millas a lo largo de la costa, dilatando ramales entre las montañas de la costa e igualmente sobre el valle de Coquimbo. En su estremidad sur se halla directamente conectado con el llano del Limarí, en cuya superficie se levantan abruptamente algunos morros a manera de islas i otros cerros se proyectan a modo de cabos o promontorios en una costa. La superficie del llano en forma de franja aparece nivelada, pero varia insensiblemente en altura i grandemente en composicion, en diferentes partes.

En la boca del valle de Coquimbo, la superficie consta totalmente de grava i se halla de 300 a 350 piés sobre el nivel del mar, teniendo cerca de 100 piés mas que en otras partes. En estos últimos lugares o partes mas bajas, los lechos superficiales constan de una masa calcárea o caliza tosca i descansan sobre antiguos depósitos terciarios que se describirán mas adelante. Esta capa calcárea superior es de un color crema, compacta, de fractura plana, subestalactiforme i contiene algo de arena, materia térrea i conchas recientes. Descansa sobre una variedad mucho mas friable (1), calcárea, semejante a una toba, a la cual envia venas cuneiformes, i ámbas se apoyan sobre una masa de cerca de 20 pies de espesor, formada de fragmentos de conchas recientes, con algunas enteras i pequeños guijarros firmemente cementados.

---

(1) Bajo muchos respectos, estas dos variedades, la dura i la friable subyacente, se asemejan a los grandes lechos superficiales del Estrecho del rei Jorje en Australia que he descrito en mi *Geological Observations on Volcanic Irlands.* No debe dudarse que las capas superiores han sido endurecidas por la accion de la lluvia sobre la materia friable, calcárea, i que toda la masa debe su oríjen a la destruccion de las conchas marinas i corales infinitamente triturados.

A esta última variedad se le da el nombre de *loza* i se usa para edificar. En muchas partes se halla dividida en estratos que buzan bajo un ángulo de 10 grados hácia el mar i aparecen como si hubiesen sido orijinariamente acumulados en sucesivas capas (como puede verse en los arrecifes de coral) en una playa escarpada. Esta piedra es notable por hallarse en partes enteramente formada de cápsulas o celdas de materia calcárea, vacias, pelúcidas, del tamaño de una pequeña semilla. Una serie de ejemplares demuestran inequívocamente que todas estas cápsulas contuvieron ántes pequeños i redondeados fragmentos de conchas que el agua que ha atravesado su masa ha disuelto gradualmente (1).

Las conchas enterradas en los lechos calcáreos que constituyen la superficie de este llano en forma de franja, a la altura de 200 a 250 piés sobre el mar, son:

1. Venus opaca.
2. Mulinia Byronensis.
3. Pecten Purpuratus.
4. Mesodesma donaciforme.
5. Turritella cingulata.
6. Monoceros costatum.
7. Concholepas Peruviana.
8. Trochus (especie comun en Valparaiso.)
9. Calyptrae Byronensis.

Aunque estas especies son todas recientes, i se hallan en los mares vecinos, sin embargo, me llamó mucho la atencion la diferencia en el número proporcional de las varias especies con las que ahora se calculan existen en la ribera actual. Encontré solo un ejemplar del Concholepas, i el Pecten era mui raro, aunque estas dos conchas son actualmente las especies mas comunes, con escepcion quizas de la *Calyptraea radians*, de la cual no pude hallar una sola en los lechos calcáreos. No pretendo determinar cuánto depende esta diferencia del número proporcional, de la edad del depósito, i cuánto de la diferencia de naturaleza entre las riberas are-

(1) He descrito incidentalmente esta roca en la obra citada sobre las islas volcánicas.

nosas actuales i el fondo calcáreo en el cual las conchas enterradas deben haber vivido. Sobre la desnuda superficie del llano calcáreo o en una delgada cubierta de arena, habia muchas conchas recientes, a una altura de 200 a 252 piés, que tenian un aspecto mas nuevo que las enterradas. Eran numerosos los fragmentos del Concholepas i del Mytilus comun, el cual conservaba parcialmente su color, i ofrecian manifiestamente una aproximacion mas estrecha en su número proporcional con las que ahora se encuentran en la playa. En una masa de arena estratificada i lijeramente aglutinada que en algunos lugares cubre la mitad inferior de los escarpes que miran hácia el mar, las conchas encerradas se hallaban indudablemente en el mismo número proporcional que las de la costa. En un lado de una quebrada que atraviesa el llano detras de la Bahía de Herradura, observé una pequeña faja de arena estratificada que contenia conchas análogas en un número proporcional semejante. Una seccion de la quebrada se ofrece en la siguiente figura, que sirve tambien para demostrar la composicion jeneral del llano.

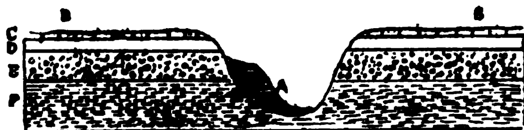


Fig. 8

A. Arena estratificada con conchas recientes en igual proporcion que en la playa, llenando la mitad i costado de una quebrada.

B. Superficie del llano con conchas diseminadas en casi la misma proporcion que en la costa.

C. Lecho superior calcáreo.

Lecho calcáreo inferior arenoso o Losa.

Ambos con conchas recientes pero no en las mismas próporciones que en la playa.

E. Estrato terciario antiguo ferrujinoso-arenoso.

F. Estrato terciario antiguo inferior.

Ambos con todas o casi todas sus conchas extinguidas.

Cito este caso de la quebrada porque evidentemente sin la presencia de las conchas marinas en la arena, se habria

supuesto que su formacion o escavacion se debia a la simple accion aluvial.

El escarpe del llano que en forma de franja se estiende 11 millas a lo largo de la costa, se halla precedido en algunas partes por dos ó tres terraplenes estrechos i escalonados, uno de los cuales en la Bahía de Herradura forma un pequeño llano. Su superficie se halla compuesta de grava, cementada por materia calcárea, i de ella estraje las siguientes conchas recientes, que se hallan en una mas perfecta condicion que las del llano superior.

1. Calyptraea radians.
2. Turritella cingulata.
3. Oliva Peruviana.
4. Murex labiosus, var.
5. Nassa (idéntica con una especie viviente.)
9. Amphidesma regulosum. Las pequeñas arrugas irregulares de la parte posterior de esta concha son mucho mas resistentes que en los ejemplares recientes de esta especie en Coquimbo.
10. Balanus (idéntico con las especies vivientes.)

En el cordon sienítico que forma el límite sur de la bahía i llano de Herradura, encontré el Concholepas i la Turritella Cingulata (mui en pedazos) a la altura de 242 piés sobre el mar. No me habria sido dable asegurar que estas conchas no hubiesen sido llevadas hasta allí por la mano del hombre si no hubiese encontrado una pequeña masa, o aglutinamiento de ellas en una toba calcárea friable. Menciono este hecho particularmente, porque en varios lugares mui favorables busqué inútilmente i, a alturas menores de este lado del cordon, i no conseguí hallar ni el mas pequeño fragmento de concha. Esto manifestará entre otros muchos casos que la ausencia de conchas marinas en la superficie, aunque en muchos respectos inesplicable, es un argumento de mui poco peso en contra de la elevacion reciente de la tierra. El mas alto punto en esta vecindad en donde encontré conchas solevantadas de especies existentes, fué en un llano calcáreo interior, a la altura de 252 piés sobre el mar.

De las investigaciones de Mr. Caldcleugh se desprende que una elevacion ha tenido lugar aquí dentro de los últimos 150 años, i como no se han observado repentinos cambios de nivel durante los temblores que han tenido lugar, el solevantamiento ha sido probablemente lento, como el que actualmente se halla en progreso en Chiloé i en Valparaiso. Existen tres bien conocidas rocas llamadas «El Pelícano» que en 1710, segun Feulliée se hallaban *á fleur d'eau*, pero ahora se dice se hallan a 12 piés sobre la línea de la marea mas baja: la mas alta marea se eleva aquí solo 5 piés. Hai otra roca, ahora a 9 piés sobre la línea de la alta marea, que en el tiempo de Frezier i de Feuillée se elevaba solo a 5 o 6 piés fuera del agua. Mr. Caldcleugh, debo agregar, asegura así mismo (i yo he recibido iguales informes) que ha habido una disminucion considerable en las sondas, durante los últimos doce años, en las bahías de Coquimbo, Concepcion, Valparaiso i Huasco, pero como en estos casos es casi imposible distinguir entre la acumulacion de sedimientos i el solevantamiento del fondo, no entraré en detalles.

Valle de Coquimbo. — El llano estrecho de la costa envia, como se ha dicho, un brazo o mas correctamente una franja a ámbos lados del valle, pero principalmente al lado sur, varias millas sobre él. Estas franjas se hallan dispuestas en peldaños o terraplenes que presentan un aspecto notable i han sido comparadas (aunque no mui correctamente) por el capitan Basil Hall a los *parallelroads* de Glen Roy en Escocia. Su orijen ha sido hábilmente discutido por Mr. Lyell (1). La siguiente seccion (fig. 9) no es tomada perpendicularmente al valle, sino en la direccion de este a oeste, en su boca, donde los terraplenes escalonados desembocan i presentan sus superficies inclinadas suavemente hácia el Pacífico.

El llano mas bajo A tiene cerca de una milla de ancho i asciende casi insensiblemente desde la costa hasta una altura de 25 piés, hasta el pié del llano próximo; es arenoso i se halla cubierto de conchas. El llano o terraplen B es de pe-

(1) *Principios de Jeolojía*, 1.ª edicion, vol. III, páj. 131.

queña estension i se halla casi oculto por las casas de la ciudad, como acontece con el escarpe del terraplen E C. En ámbos lados de una quebrada, 2 millas al sur de la ciudad,

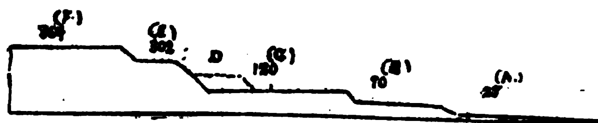


Fig. 9

hai dos pequeños terraplenes, uno sobre otro, evidentemente correspondiendo a B i C i en ellos habia muchos restos marinos de las especies ya enumeradas. El terraplen E es mui angosto, pero mui determinado i a nivel; i un poco al sur de la ciudad habia vestijios de un terraplen D intermedio entre E i C.

El terraplen F es parte del llano en forma de franja que se estiende 11 millas a lo largo de la costa; consta aquí de guijarros i tiene 100 piés mas alto que donde se compone de materia calcárea. Esta mayor altura se debe sin duda al cascajo acarreado en algun período anterior a lo largo del gran valle de Coquimbo.

Considerando las muchas conchas diseminadas sobre los terraplenes A, B i C, i unas pocas millas al sur, en el llano calcáreo, que se halla unido sin interrupcion con el llano superior F no queda la menor duda, a mi juicio, que estos seis terraplenes han sido formados por la accion del mar; i que sus cinco escarpes marcan otros tantos períodos de reposo comparativo en el movimiento elevatorio, durante los cuales el mar denudaba las costas. La elevacion entre estos períodos puede haber sido repentina i no pasar, en término medio, de 72 piés en cada vez, o bien gradual e insensiblemente lenta. Juzgando por la existencia de conchas en los terraplenes inferiores i en el mas superior i puedo agregar en los tres terraplenes cubiertos de grava, en Conchalí, siendo todas especies litorales o sublitorales, i por los hechos analójicos dados en Valparaiso, i últimamente, en vista de la evi-

dencia del levantamiento gradual que se ha producido i se produce aquí actualmente, creo que es mas que probable que el movimiento ha sido lento. La existencia de estos escarpes sucesivos o antiguas líneas de barrancos es en otro respecto altamente instructiva porque ellas indican períodos de comparativo reposo, en el movimiento elevatorio, i de denudacion; períodos que nunca se habrian siquiera sospechado despues de un exámen prolijo de muchas millas de la costa al sur de Coquimbo.

Llegamos ahora a los terraplenes de los lados opuestos del valle de Coquimbo. La seccion siguiente es tomada de norte a sur, trasversalmente al valle, en un punto como a 3 millas del mar. El valle medido desde las aristas de los escarpes de los llanos superiores F i F tiene cerca de una milla de ancho; pero desde las bases de las montañas circundantes es de 3 o 4 millas de ancho. Los terraplenes marcados con ? no existen en ese lado del valle, pero son introducidos meramente para hacer mas intelijible la figura.

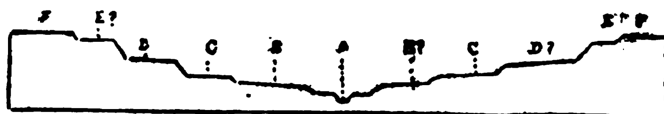


Fig. 10

Escala vertical 1/10 de pulgada por 100 piés: escala horizontal mui reducida: los terraplenes marcados con ? no se presentan en ese lado del valle i son diseñados solo para hacer mas intelijible el diagrama. C. E. i F. en lado sur del valle se hallan respectivamente a 197,377 i 420 piés sobre el nivel del mar.

A. Fondo del valle, se cree se halle a 100 piés sobre el mar. Se halla unido continuadamente con el llano mas inferior A del corte anterior.

B. Este terraplen se estiende mucho a medida que se asciende el valle, pero hácia el mar se pierde pronto, sus escarpes se unen con los de C. No se le encuentra en el lado sur del valle.

C. Este terraplen, como el último, se dilata mucho hácia el interior. Estos dos terraplenes aparentemente corresponden con B i C del corte anterior.

D. No se halla bien desarrollado en esta línea de la seccion, pero hácia el mar se dilata en un llano. No se halla en el lado sur del valle, pero se le encuentra, como se manifiesta en el corte anterior, un poco al sur de la ciudad.

E. Se halla mui desarrollado en el lado sur, pero ausente en el lado norte del valle; aunque no continuadamente unido con E del corte anterior, aparentemente corresponde con él.

F. Es el llano superior o superficial i se halla continuadamente unido con el que se dilata como una franja a lo largo de la costa. Ascendiendo el valle, gradualmente se va estrechando i se halla al fin, a la distancia de cerca de 10 millas del mar, reducido a una hilera de senderos planos en los lados de las montañas. Ninguno de los terraplanes inferiores se estiende hasta tan lejos sobre el valle.

Sobre la inclinacion de los terraplenes de Coquimbo i por qué los bordes superiores i basal de sus escarpes no son horizontales. —Las superficies de estos terraplenes descienden en un grado lijero, como se ve por las dos últimas secciones tomadas conjuntamente, hácia el centro del valle i en direccion al mar hácia su boca.

Esta doble o diagonal inclinacion, que no es la misma en los varios terraplenes, es, como veremos en seguida, de fácil esplicacion. Hai, sin embargo, otros puntos que a primera vista parecen naturales, tales son, primero que cada terraplen, tomado en su ancho total desde el borde superior de un escarpe hasta la base del que le sigue hácia arriba i siguiendo sobre el valle, no es horizontal; ni tienen los varios terraplenes, valle arriba, una misma inclinacion; así encontré los terraplenes C E i F, medidos en un punto cerca de 2 millas de la boca del valle, que se hallaban entre 56 i 77 piés mas altos que en la boca.

Así mismo, las líneas de los escarpes o barrancos, ni en su borde superior ni en su base son horizontales. En la teoría que atribuye la formacion de los terraplenes durante un lento e igual solevantamiento de la tierra, con tantos intervalos de reposo cuantos escarpes hai, parece a primera vista mui sorprendente que líneas horizontales de cualquiera especie no se hayan producido.

Que la direccion de la inclinacion diagonal en los diferentes terraplenes haya sido diferente, en algunos dirijiéndose mas hácia el medio del valle i en otros mas hácia la boca, se esplica naturalmente desde el punto de vista de que cada te-

rraplen sea una acumulacion de sucesivas líneas de costas alrededor de bahías que deben haber sido de diferentes formas i tamaños, cuando la tierra se hallaba a diferentes niveles. Porque si consideramos la costa actual de una caleta estrecha, se verá que su declive se dirije hácia el medio; miéntras que en una bahía abierta o lijera concavidad de una costa, el declive se dirije hácia la boca, esto es, casi directamente hácia el mar: por consiguiente, el cambio de forma i tamaño de una bahía, cambia así mismo la direccion de la inclinacion de sus costas sucesivas.

Si fuese posible trazar una cualquiera de las muchas líneas de costa que componen cada terraplen inclinado, deberia ser por supuesto horizontal; pero las solas líneas de demarcacion son los bordes superior i basal de los escarpes. Ahora bien, el borde superior de uno de estos escarpes marca la línea mas distante o lugar en que el mar ha cortado una masa de grava que declina hácia él, i como éste tiene jeneralmente mayor poder en la boca de las bahías que en sus cabeceras abrigadas, los escarpes de la boca serán cortados mas profundamente que los demas, i sus aristas superiores serán mas elevadas i, de consiguiente, no serán horizontales. Con respecto a los bordes basales o inferiores, imajinando antiguas bahías *enteramente* rodeadas, en sucesivos períodos, por costas formadas de barrancos, la primera impresion es que deben haber sido por lo ménos necesariamente horizontales, si la elevacion ha sido horizontal. Pero esto puede no suceder: porque despues que el mar, durante una cesacion de la elevacion, ha formado barrancos alrededor de las costas de una bahía, cuando el movimiento vuelve a comenzar i especialmente si lo hace lentamente, puede mui bien suceder que en la espuesta boca de la bahía, las olas continúen por algun tiempo corroyendo la tierra, miéntras en las partes abrigadas i centrales, líneas sucesivas de costa se acumulen en una superficie en declive o terraplen al pié de los últimos barrancos ahí sitos. De consiguiente, suponiendo la línea total de escarpes que sea solevantada finalmente mas allá del alcance del mar, su línea basal o pié cerca de la boca se hallará a un

nivel mas bajo que en las partes superiores i abrigadas de la bahía i consiguientemente esta línea basal no será horizontal. I como se ha demostrado ya que los bordes superiores de cada escarpe serán jeneralmente mas altos cerca de la boca (porque la tierra hácia el mar en declive se halla ahí mas espuesta i denudada) que cerca del nacimiento de la bahía, se sigue que la altura total de los escarpes será mayor cerca de la boca, i se irá adelgazando hácia adentro en ámbos lados jeneralmente hasta que desaparecerá. He observado este adelgazamiento o atenuacion de los escarpes sucesivos en otros lugares, ademas de Coquimbo, i por mucho tiempo no pude enteramente esplicarme su oríjen.

La siguiente figura dará quizás una idea clara de este hecho.

Representa una bahía en un distrito que ha empezado a elevarse lentamente. Antes de comenzar el movimiento, se



Fig. 11

supone que las olas han sido capaces de corroer la costa i formar barrancos hastas dos puntos A i A, pero con un poder que disminuya gradualmente. Despues que el movimiento hubo comenzado i proseguido por un corto tiempo, se supone que el mar conservase todavia el poder, en la espuesta boca de la bahía, de corroer i penetrar en la tierra a medida

que emerjia lentamente; pero en las partes superiores de la bahia se supone que pronto perdió este poder, debido a la situacion mas protejida i a la cantidad de detritus acarreados por el rio; de consiguiente se formó ahí un terreno bajo. A medida que éste se formaba, durante el lento movimiento elevatorio, su superficie ascenderia lijeramente o presentaria un declive gradual en todos sus lados. Ahora, imajinemos que la bahía (no para hacer la figura mas complicada) se convierta repentinamente en un valle; la línea basal de los barrancos será, de consiguiente, horizontal hasta donde la costa se estiende en la figura; pero en la parte superior del valle esta línea será mas alta, debido a que el nivel del distrito se elevaba, miéntras el terreno bajo se estaba acumulando al pié de los barrancos interiores. Si en vez de convertir repentinamente la bahía en un valle, suponemos con mucha mas probabilidad que se eleva lentamente, entónces las olas en sus partes centrales irán retirándose gradualmente de los barrancos (que aparecen bañados por el mar en la figura) i de consiguiente estos se irán colocando sobre su nivel; miéntras en la boca, espuesta todavia, puede suceder que las olas continúen corroyéndolos i desmoronándolos.

El mayor o menor poder de destruccion de las olas en la boca de las bahías sucesivas, comparativamente con este mismo poder en sus partes centrales i protejidas, variará conforme las bahías cambien de forma i tamaño i de consiguiente, a diferentes niveles en su boca i oríjen, quedarán intactas mayores o menores porciones de sus superficies entre los escarpes (esto es, las líneas de costas acumuladas o terraplenes). De lo espuesto se seguirá que, segun que el movimiento elevatorio, despues de cada cesacion, recomience con mayor o menor lentitud, segun sea la suma de detritus suministrada por el rio a la cabeza de las bahías sucesivas i segun el grado de proteccion que le suministren sus formas variadas, así será mayor o menor la estension del terraplen que se acumulará en la parte central, la que no tendrá una superficie a un mismo nivel que los de la boca. Esto nos esplicará por qué ningun terraplen, tomado en su ancho total

i seguido sobre el valle, es horizontal, aunque cada línea separada de costa debió haberlo sido; i por qué no es igual la inclinacion trasversal i lonjitudinal de los varios terraplenes sobre el valle.

He entrado en algunos detalles sobre este asunto, porque no pude esplicarme por largo espacio (i otros han hallado la misma dificultad) cómo en la suposicion de una elevacion uniforme, con intervalos de denudacion i desgaste, pudiese suceder que ni los terraplenes ni los bordes superiores o inferiores de los escarpes fuesen horizontales. A lo largo de líneas de costa, aun de grandes lonjitudes, tales como la de la Patagonia, si se hallan casi uniformemente descubiertas, el poder corrosivo de las olas será detenido i dominado por el movimiento elevatorio, tan pronto como reempiece i en un mismo período; por esto es que los terraplenes o líneas de costas acumuladas, comenzarán a formase casi al mismo nivel. En cada período sucesivo de reposo serán corroidos así mismo en una misma proporcion i consiguientemente habrá mucho mas estrecha coincidencia en sus niveles e inclinaciones, que en los terraplenes i escarpes formados alrededor de las bahías que tienen sus diferentes partes espuestas diversamente a la accion del mar. Es solo donde las olas son capaces, despues de un largo lapso de tiempo, de corroer lentamente las rocas duras, o de formar, debido a una escasa provision de sedimentos i a una inclinacion de la superficie, una estrecha playa o terraplen, donde debemos esperar como en Glen Roy en Escocia una distinta línea que marque un antiguo nivel del mar i que será estrictamente horizontal, si lo han sido los subsiguientes movimientos elevatorios. Porque en estos casos no se producirian efectos discernibles, sino en los largos períodos de reposo sobrevinientes; miéntras que en el caso de las costas escalonadas, tales como las descritas en este i en el capítulo anterior los terraplenes mismos son acumulados durante el lento proceso elevatorio, la acumulacion comenzando primeramente en los puntos abrigados donde hai mas abundante acopio o provision de detritus; por otra parte, los escalones o escarpes son formados du-

rante los períodos estacionarios i la costa es mas profundamente corroida i desmoronada en los lugares o tramos descubiertos que en los abrigados o ensenados; la accion corrosiva, ademas, prolongándose en las partes mas espuestas. durante el principio i fin del movimiento lento elevatorio.

En la discusion anterior, se ha supuesto que la elevacion ha sido horizontal, ahora puede suponerse, por el declive hácia el mar de los terraplenes, sobre los valles de Santa Cruz i Coquimbo, que la elevacion ha sido mayor al interior que cerca de la costa. Hai razon para creer, en vista de los efectos producidos en el canal de un molino durante el terremoto de 1822 en Chile, que el solevantamiento una milla al interior fué casi el doble, es decir, de 5 a 7 piés, que lo que fué en el Pacífico. Sabemos tambien por las admirables investigaciones de M. Bravais que, en Escandinavia, las antiguas líneas de playas lijeramente declinan desde el interior de los cordones de montañas hácia la costa i que no son paralelas unas a otras, demostrando que la diferencia proporcional en la suma de elevacion en la costa i en el interior varió en diferentes períodos.

Coquimbo a Huasco.—En esta distancia de 90 millas encontré en casi todas partes conchas marinas hasta una altura promediada de 200 a 300 piés. El llano desierto cerca de Choros se halla así cubierto i lo rodea el escarpe de un llano mas alto, compuesto de una piedra calcárea, terrosa, de color pálido, semejante a la de Coquimbo, con las mismas conchas recientes enterradas en ella. En el valle de Chañaral, un lecho análogo se presenta, en el cual, diversamente del de Coquimbo, observé muchas conchas del Concholepas; cerca del Huasco el mismo lecho calcáreo se encuentra.

En el valle del Huasco, los terraplenes escalonados de grava se hallan dispuestos de la manera mas admirable que en ningun otro punto. Seguí el valle 37 millas (segun cálculo de los habitantes) desde la costa hasta Vallenar; en casi toda esta distancia, cinco grandes terraplenes, que corren a alturas correspondientes en ámbos lados del ancho valle, se hallan mas desarrollados que los tres mejores de Coquimbo

Dan a esta rejion el aspecto mas singular e imponente; i cuando las nubes descienden, ocultando las montañas vecinas, el valle semeja, de la manera mas admirable, el del Santa Cruz. El espesor total de estos terraplenes o llanos aparece compuesto de grava, mas o ménos firmemente cementada, con capas o estratos interpuestos de arcilla: los guijarros en el llano superior se hallan amenudo bañados por una sustancia aluminosa, como en la Patagonia. Cerca de la costa, observé muchas conchas marinas en los llanos inferiores. En Freirina (12 millas sobre el valle) hai seis terraplenes ademas de la superficie o fondo del valle: los dos inferiores tienen aquí solo de 200 a 300 yardas de ancho, pero mas arriba del valle se dilatan en llanos; el tercer terraplen es jeneralmente estrecho; el cuarto lo ví solo en un punto, pero era mui distinto en la lonjitud de una milla; el quinto es mui ancho; el sesto es el llano superior, que se ensancha hácia el interior en una gran hoya.

No teniendo un barómetro a la mano, no pude constatar la altura de estos llanos, pero aparecian considerablemente mas altos que los de Coquimbo. Su ancho varia mucho; a veces son mui anchos i a veces se reducen a meras franjas de proyecciones separadas, de superficies planas i luego desaparecen enteramente; en un punto donde el cuarto terraplen era visible, los seis terraplenes se hallaban cortados, en un corto espacio, por un solo escarpe alto.

Cerca de Vallenar (37 millas desde la boca del rio) el valle entre las aristas superiores de los escarpes mas altos, tiene varias millas de ancho i los cinco terraplenes, en ámbos lados, se hallan mui desarrollados. El mas alto no puede tener ménos de 600 piés sobre el lecho del rio, el cual, segun creo, debe hallarse a algunos cientos de piés sobre el mar. Una seccion de norte a sur, a traves del valle en esta parte, se da en seguida.

En el lado norte del valle el llano superior o cima de grava A tiene dos escarpes, uno que mira al valle i el otro a un gran llano que semeja una cuenca B que se estiende por varias leguas hácia el norte. Este llano angosto A con su

doble escarpe, evidentemente formó ántes una punta o promontorio de grava que se proyectaba i dividia dos grandes bahias, i subsiguientemente fué corroido en ámbos lados en barrancos abruptos. No puedo afirmar que los varios escar-



Fig. 12.—Seccion de norte a sur, a traves del valle del Huasco i de un llano al norte de él

pes en este valle fueron formados durante los mismos periodos estacionarios que los de Coquimbo; pero si que los movimientos elevatorios intercalados i subsiguientes deben haber sido mucho mas enérjicos, porque estos llanos ciertamente se hallan a mucho mayor altura que los de Coquimbo.

Copiapó.—Desde el Huasco a Copiapó, seguí el camino cerca del pié de la cordillera, i de consiguiente no ví ya mas restos solevantados. En la boca, sin embargo, del valle de Copiapó hai un llano, estimado por Meyen entre 50 i 70 piés de altura, cuya parte superior consta principalmente de grava, abundante en conchas recientes, principalmente del Concholepas, Venus Dombeyi i Calyptrae trochiformis. Un poco al interior, en un llano estimado por mí en cerca de 300 piés, el estrato superior estaba formado de conchas quebradas i arena cementada por una materia blanca, calcárea i abundante en conchas recientes, enterradas, de las cuales la Mulinia Byronensis i el Pecten purpuratus eran las mas numerosas. El llano mas bajo se estiende por varias millas al sur i por una distancia no conocida al norte, pero no léjos hácia el valle; su frente al mar, segun Meyen, se halla cavada en cuevas sobre el nivel de la ribera actual. El valle de Copiapó es mucho ménos escarpado e inclinado i ménos directo en su curso que ningun otro de los que ví en Chile; i su fondo no consiste jeneralmente en grava; no hai en él terraplenes es-

calonados, escepto en un punto cerca de la boca del gran valle lateral del Despoblado, donde hai solo dos, uno sobre otro; mas abajo del valle, en un lugar, observé que la roca sólida habia sido cortada en la forma de una ribera i se hallaba allanada o emparejada por cascajo.

Al norte de Copiapó, en latitud 26°S., el antiguo viajero Wafer (1) encontró inmenso número de conchas marinas a algunas millas de la costa. En Cobija, (lat. 22° 34'.)

M. d'Orbigny observó lechos de grava i conchas trituradas, que contenian diez especies de conchas recientes; halló tambien, en proyectados riscos de pórfidos, a una altura de 300 piés, conchas del Concholepas, Chiton, Calyptraea, Fissurella i Patella, todavia adheridas a los lugares en que habian vivido. M. d'Orbigny concluye de estos hechos, que la elevacion debe haber sido grande i repentina: (2) en cuanto a mí me parece mucho mas probable que el movimiento fué gradual, con pequeños sacudimientos como durante los terremotos de 1822 i 1835, en los cuales algunos lechos de conchas que todavia adherian a las rocas, fueron elevados sobre el alcance posterior de las olas. M. d'Orbigny tambien encontró guijarros rodados que se estendian hasta las montañas i a una altura de 600 piés a lo ménos. En Iquique (lat. 20°12' S.) en una gran acumulacion de arena, a una altura estimada entre

---

(1) *Burnett Collection of Voyages*, vol. IV, p. 193.

(2) *Voyage, Part. Geolog.* p. 94. M. d'Orbigny (p. 98) resumiendo dice: «Si es cierto (como cree) que todos los terrenos en declive, comprendidos entre el mar i las montañas, son la antigua ribera del mar, se debe suponer, para el conjunto, una elevacion que no seria menor de 200 metros; seria necesario suponer ademas que este solevantamiento no ha sido gradual.... sino que resultaria de una sola i misma causa fortuita», etc. A lo que se sigue que, cuando el mar formaba la ribera al pié de las montañas, muchas conchas de Concholepas, Chiton, Calyptraea, Fissurella i Patella (que se sabe viven en la costa) se hallaban adheridas a las rocas a la profundidad de 300 piés i a la de 600 varias de estas conchas se acumulaban en gran número en lechos horizontales. Por lo que he visto por mí mismo dragando, creo que esto es improbable, en el mas alto grado, sino imposible; i creo que cualquiera que haya leido al profesor E. Forbes sobre esta materia, aceptará sin vacilacion esta conclusion.

150 i 200 piés, observé muchas conchas marinas, grandes, que creo no han podido ser llevadas ahí por los vientos.

Mr. J. N. Blake ha descrito últimamente estas conchas. Dice que «al interior, hácia las montañas, forman un lecho compacto i uniforme, en el cual apénas se distingue la mas pequeña huella de las conchas orijinales, pero a medida que nos aproximamos a la costa, las formas se hacen gradualmente mas distintas, hasta que encontramos las conchas vivientes en ella». Esta interesante observacion, que demuestra por la desaparicion gradual de las conchas cuán lenta i gradualmente la costa debe haberse elevado, la veremos totalmente confirmada en Lima. En Arica (lat. 18°28′) M. d'Orbigny encontró un gran cordon de dunas, de 14 leguas de largo, que corria hácia Tacna i encerraba conchas vivientes i huesos de Cetáceos, alcanzando hasta la altura de 300 piés sobre el mar. El teniente Freyer ha presentado algunos hechos mas precisos: dice que el Morro de Arica tiene cerca de 400 piés de altitud; se halla cortado en terraplenes no bien distintos, i en sus rocas desnudas i duras halló Balani i Milleporae adheridos. A la altura de 20 a 30 piés, las conchas i corales se hallaban en un estado completamente fresco, pero a 50 piés se hallaban mui desgastadas; habia, ademas, vestijios de restos orgánicos a mayores alturas. En el camino de Tacna a Arequipa, entre Locumba i Moquegua, Mr. M. Hamilton encontró numerosas conchas marinas recientes en la arena, a una considerable distancia del mar.

Lima.—Al norte de Arica, no me fué posible inspeccionar la costa en un espacio como de 5° de latitud.

Pero cerca del Callao, la evidencia de la elevacion es abundante i mui curiosa. La isla de San Lorenzo tiene mas de 1,000 piés de altura; los bordes basales de los estratos que componen la parte mas inferior forman tres escalones o gradas oscuras, angostas i en declive, que solo se ven cuando se está en ellas; probablemente se asemejan a las descritas por el teniente Freyer en Arica. La superficie de la grada mas inferior, que se estiende desde un barranco bajo que cae al mar, hasta el pié del escarpe mas próximo se halla cubierta

por una enorme acumulacion de conchas recientes. El lecho es nivelado i en algunas partes tiene mas de 2 piés de espesor. Lo seguí por un espacio de una milla de largo i supe que se hallaba en otros puntos. La parte superior tiene 85 piés (por el barómetro) sobre el nivel de la alta marea. Las conchas se hallan aglomeradas, pero no estratificadas; se hallan mezcladas con tierra i piedras i cubiertas jeneralmente por unas pocas pulgadas de detritus; descansan sobre una masa de fragmentos casi angulares de la arenisca subyacente, a veces cementados por la sal comun.

Reuní ochenta especies de conchas de todas edades i tamaños. Varias de las univalvas han permanecido muertas evidentemente mucho tiempo en el fondo del mar, porque sus *interiores* se hallaban incrustados de Balani i Serpulae.

Todas, segun Mr. G. R. Sowerby, son especies recientes, i son las siguientes:

1. Mytilus Magellanicus: el mismo hallado en Valparaiso i que se cree ser probablemente distinto del verdadero M. Magellanicus de la costa oriental.
2. Venus Costellata Soweb. «Zool Proc».
3. Pecten purpuratus, Lam.
4. Chama, probablemente echinulata Brod.
5. Calyptraea Byronensis, Gray.
6. » radians (Trochus, Lam.)
7. Fissurella affinis, Gray.
8. » biradiata, Trembly.
9. Purpura chocolatta, Duclos.
10. » peruviana, Gray.
11. » labiata, Gray.
12. » buxea (Murex, Brod.)
13. » Concholepas peruviana.
14. Nassa, relacionada con la «reticulata.»
15. Triton rudis, Brod.
16. Trochus, no descrito todavia pero mui conocido i mui comun, i 17 a 18 Balanus, dos especies, ámbas comun en la costa.

Estas conchas solevantadas parecen hallarse casi en el

mismo número proporcional, con la excepcion de la Crepidulae que es mas numerosa, que las de la costa actual. El estado de conservacion de las diferentes especies era mui variable; i muchas de ellas se hallaban mui desgastadas, quebradizas i blanqueadas. Las superficies superior e inferior de los Concholepas se hallaban amenudo trasformadas en hojas. Algunos de los Trochis i Fissurellas retenian parcialmente sus colores. Es notable que estas conchas, tomadas en conjunto, presenten un aspecto tan antiguo, aunque el clima por su aridez es mui favorable a su conservacion, como las de 1,300 piés en Valparaiso, i ciertamente un aspecto mas antiguo que las de 500 a 600 piés de Valparaiso i Concepcion, en cuyos lugares he visto las conchas cubiertas de vejetacion. Muchas de las univalvas de esta isla se hallaban llenas de sal pura i unidas por ella, sustancia producida probablemente por la evaporacion del agua del mar, a medida que la tierra emerjia lentamente (1). En las partes mas elevadas, pequeños fragmentos de las conchas se hallaban mezclados (i al que se reducian evidentemente) con un polvo calcáreo, suave, blanco amarillento, mui salado i en algunos puntos tan frio como cal medicinal.

Restos fósiles del arte humano.—En medio de estas conchas en San Lorenzo, encontré lijeras coralinas, los opérculos cór-

---

(1) La arenisca sub-yacente contiene verdaderas capas de sal; de manera que la sal es posible que haya venido de los lechos de las partes mas altas de la isla; pero creo es mas probable que se deba al agua del mar depositadas en las grandes marejadas.

Es sabido jeneralmente, que no hai lluvia en las costas del Perú; pero esto no es enteramente cierto; porque, en varios dias, durante nuestra visita, el rocío peruano, así llamado, cayó en suficiente cantidad para enlodar las calles i habria ciertamente lavado una sustancia tan delicuescente como la sal en el suelo. Menciono esto porque M. d'Orbigny, discutiendo un sujeto análogo, supone que yo habia olvidado que nunca llueve en toda esta línea de costa. Véase Ulloa, (*Voyage*), vol. II. *Eng. Trans.*, páj. 67, sobre una relacion de las calles lodosas de Lima. Tambien hai lluvias con raros intervalos en los distritos mas secos, como por ejemplo, durante cuarenta dias en 1726 en Chocope (latitud 7°46'). Este aguacero arruinó enteramente las casas de barro de los habitantes.

neos de Moluscos, raices de huiros o varec, huesos de pájaros, espigas de maiz i otras sustancias vejetales, un pedazo de junquillo trenzado, i un trozo de cuerda de algodon en estado de destruccion.

Estraí estos restos de una escavacion practicada en un paraje llano; i sin duda, deben haber sido sepultados con las conchas. Comparé la trenza de junquillo, la cuerda de algodon i el maiz, en la casa de un anticuario, con objetos similares estraidos de las Huacas o cementerios de los antiguos peruanos, i se hallaron indistinguibles; debe observarse que los peruanos usaban cuerdas de algodon únicamente. La pequeña cantidad de arena o grava con las conchas, la ausencia de grandes piedras, el ancho i espesor del lecho, i el tiempo requerido por una grada para formarse en la arenisca, todo demuestra que estos restos fueron llevados allí por las aguas del mar en algun terremoto. Por otra parte, estos hechos, juntamente con el número de conchas muertas i de objetos flotantes, marinos i terrestres, naturales i humanos, hacen que sea casi cierto que fueron acumulados en una verdadera playa, desde entónces elevada a 85 piés i mucho mas desde que el *Indio habitó el Perú.* La elevacion puede haber sido o por varios pequeños sacudimientos repentinos o enteramente gradual; en este último caso, las conchas no rodadas (o enteras) deben haber sido arrojadas durante los temporales mas allá del alcance de las olas, que en seguida estallaban en la tierra que lentamente emerjia.

He hecho estas observaciones principalmente porque fuí sorprendido al principio por la completa diferencia de naturaleza entre este lecho elevado de conchas, ancho, plano, i la presente playa de guijarros al pié de los barrancos bajos de arenisca; pero una playa formada cuando el mar corroe i desmorona la costa, como es el caso actual, segun se ve, por los barrancos de arenisca, desnudos i bajos, no debe compararse con una playa acumulada en una superficie, rocosa lijeramente inclinada, en un período cuando el mar (probablemente debido al movimiento elevatorio en proceso) no era un ajente de destruccion. Con respecto a la masa de frag-

mentos de arenisca casi angulares cementados por sal, que yacen debajo de las conchas i que son tan distintos de los materiales de una ribera ordinaria, pienso que ello se esplica probablemente despues de haber visto los efectos notables (1) del terremoto de 1835 que hizo estallar como con pólvora la *superficie* de las rocas primarias cerca de Concepcion i en el que el mar dejó una superficie de piedra plana i desnuda cubierta de una masa conchífera, que despues ya elevada fué destruida superficialmente por los fuertes sacudimientos que son tan frecuentes en esta rejion.

La tierra mui baja que rodea la ciudad del Callao se halla unida al sur por un escarpe indistinto a un llano mas alto (al sur de Bellavista) que se estiende a lo largo de la costa por cerca de 8 millas. Este llano aparece a la vista enteramente nivelado; pero los barrancos que lo orillan demuestran que sus alturas varian (en cuanto pude estimarlas) desde 70 a 120 piés. Se halla compuesto de lechos de arcilla, delgados, a veces ondeados, amenudo de vivo color rojo i amarillo, de capas de arena impura i en una parte, de una gran masa estratificada de guijarros graníticos. Estos lechos se hallan cubiertos por una masa notable, de 2 a 6 piés de espesor, de lodo rojizo o cieno, que contiene muchos fragmentos diseminados i quebrados de conchas marinas recientes, a veces algun guijarro grande i redondeado, mas frecuentemente capas pequeñas e irregulares de grava fina i muchas piezas de barro tosco colorado, que por sus curvaturas deben haber pertenecido a grandes vasijas. Este barro es trabajado por los indios i encontré pedazos exactamente semejantes, accidentalmente incluidos entre los ladrillos con los cuales se hallan edificados los antiguos cementerios peruanos. Estos fragmentos abundaban en tal cantidad en ciertos lugares, que parecian los efectos de una esplosion. Las conchas marinas quebradas i vasijas se hallan diseminadas en la super-

(1) Mr. Smith of Jordan Hill encontró fragmentos de plantas marinas en un depósito pliestoceno en Escosia. (Véase *Edinb New. Phil. Journal*, vol. XXV, páj. 394).

ficie i en todo el espesor de esta masa lodosa superior. Los encontré donde quiera que examiné los barrancos, en un espacio de 2 a 3 millas i de media milla al interior; i es probable que este mismo lecho se estienda con una superficie plana varias millas mas al interior sobre el llano entero. Ademas, los pequeños estratos irregulares, de pequeños guijarros, tenian a veces mui oscuras huellas de estratificacion. En una de las partes mas altas del barranco, estimada en 120 piés sobre el mar, donde baja una pequeña quebrada, habia dos secciones, en ángulos rectos, del piso de una morada o edificio antiguo.

En ámbas secciones o superficies, se veian perfectamente dos hileras, una sobre otra, de grandes piedras redondeadas, las cuales se hallaban colocadas sobre una capa artificial de arena, de 2 pulgadas de espesor, que habia sido colocada sobre los lechos naturales de arcilla; las piedras redondas se hallaban cubiertas por una capa de 3 piés de espesor del lodo con conchas marinas quebradas i pedazos de vasijas. Esto prueba que ántes de ser depositado este lecho que se halla ámpliamente diseminado o estendido, no hai duda que el llano fué habitado; i es probable que en este lugar se fabricaron estos utensilios, en vista de que las vasijas quebradas se hallan en tanta abundancia como en ningun otro lugar conocido i porque la arcilla subyacente era la usada para sus manufacturas. Lo ancho i nivelado del llano, la cantidad de materia depositada i sus oscuras huellas de estratificacion, parecen indicar que el lodo fué depositado bajo el agua; pero, por otra parte, la presencia de conchas marinas, su estado de destruccion o despedazamiento, los guijarros de varios tamaños, las pircas de piedras redondeadas, pueden mui bien probar que debe haber sido depositado en una irrupcion del mar al continente. La altura del llano de 120 piés hace improbable que una ondulacion del mar en un terremoto, tan vasta como las que han tenido lugar aquí, pueda haber invadido la superficie en su presente nivel; pero cuando la tierra se hallaba a 85 piés mas abajo, en el período cuando las conchas fueron arrojadas sobre la grada de

San Lorenzo, i cuando como sabemos el hombre habitó este distrito, semejante acontecimiento bien pudo haber ocurrido; i si vamos mas léjos, supongamos que el llano haya sido convertido en ese tiempo temporalmente en un lago, como lo que ocurrió durante los terremotos de 1713 i 1746, en el caso del terreno bajo alrededor del Callao, que se halla rodeado por una ribera alta de cascajo, i todos los hechos descritos anteriormente, se esplicarán perfectamente.

Debo agregar que a un nivel mas bajo, cerca del punto donde este terreno bajo se une al llano mas alto, hai vestijios de dos depósitos distintos formados sin duda, por acontecimientos de esta especie.

En el superior se hallaron enterrados un diente de caballo i una mandíbula de perro; de manera que ámbos deben haber sido formados despues del establecimiento de los españoles. Segun Acosta, la onda del terremoto de 1586 se elevó a 84 piés.

Los habitantes del Callao no creen, en cuanto me ha sido dable averiguarlo, que algun cambio de nivel se esté produciendo actualmente. Los grandes fragmentos de albañilería que se dicen existen en el fondo del mar i que se han presentado como una prueba de un último hundimiento, son, como he sido informado por Mr. Gill, injeniero residente, fragmentos sueltos; lo que es mui probable, pues encontré en la playa i no cerca de los restos de un edificio, masas de obras de ladrillos de 3 i 4 piés cuadrados, que habian sido llevadas hasta el lugar en que se encuentran i pulimentadas por el guijarro durante el terremoto de 1746. El pedazo de terreno en que se hallan las ruinas del antiguo Callao es tan estrecho i bajo que es improbable en el mas alto grado que una ciudad pueda haber sido fundada en él, en el estado en que se encuentra i he oido últimamente que (1) M. Techundi ha

---

(1) Soi deudor de este hecho al doctor E. Dieffenbach. Debo agregar que existe una tradicion de que la isla de San Lorenzo i Fronton se hallaron ántes unidos i que el canal entre San Lorenzo i el continente, ahora mas de 2 millas de ancho, era tan estrecho que el ganado lo cruzaba a nado.

arribado a la conclusion, por la comparacion de un mapa antiguo con uno moderno, que la costa al sur i norte del Callao se ha hundido. He mostrado que la isla de San Lorenzo ha sido solevantada 85 piés desde que los peruanos habitaron este pais; i cualquiera que pueda haber sido la suma de hundimiento reciente, en otro tanto debe haber excedido la elevacion de 85 piés. En varios lugares (1) en la vecindad se han observado señales de la accion del mar: Ulloa da una relacion detallada de estas apariencias en un punto a 5 leguas al norte del Callao: Mr. Cruikshank encontró cerca de Lima líneas sucesivas de barrancos con bloques redondeados en sus bases, a una altura de 700 piés sobre el nivel actual del mar:

Sobre la decadencia de las conchas marinas solevantadas.— He indicado ya que muchas de las conchas del peldaño o terraplen mas inferior de San Lorenzo se hallan desgastadas o corroidas de una manera peculiar i que tienen un aspecto mucho mas antiguo que las mismas especies de considerablemente mayores alturas, en las costa de Chile. He manifestado tambien que estas conchas en la parte superior del terraplen, a la altura de 85 piés sobre el mar, se hallan trasformándose, i en algunas partes enteramente trasformadas en un polvo calcáreo, salino, suave i fino. La parte mas fina de este polvo ha sido analizada, a pedido de Sir H. de la Beche, por Mr. Trenham Beeks, del Museo de Jeolojía Económica; consta de carbonato de cal en abundancia, de sulfato i cloruro de cal i de cloruroi sulfato de soda. El carbonato de cal se deriva sin duda de las conchas; i la sal comun es tan abundante en algunas partes del lecho que, como se ha notado; las univalvas se hallan llenas de ella amenudo. El sulfato de cal puede haber provenido, como igualmente la sal comun, de la evaporacion del agua del mar, durante la emerjencia de la tierra; porque el sulfato de

(1) *Observaciones sobre el clima de Lima* por el doctor UNANUE, p 4. ULLOA viaje vol. II Eng. Trans, p. 97. En cuanto a las observaciones Mr. CRUIKSHANK, véase, Mr. LYELL, *Principios de Jeolojía* (1.ª edicion) vol. III, p. 130.

cal se halla ahora abundantemente depositado por el choque de las olas en las costa de la Ascencion. Los demas cuerpos salinos pueden haberse derivado en parte así, pero principalmente, como lo deduzco de los hechos siguientes, por diversos medios.

En muchas partes del segundo escalon o antigua ribera, a una altura de 170 piés, hai una capa de polvo blanco, de variable espesor, en algunas partes hasta de 2 pulgadas que descansa sobre los fragmentos angulares de arenisca cementados por sal, i como a 4 pulgadas debajo de la superficie, polvo que por su estrecha semejanza en naturaleza a las partes superiores i mas destruidas de la masa conchífera, puedo apénas dudar que orijinalmente existió como un lecho de conchas, ahora mui destruidas i totalmente desintegradas. No pude descubrir al microscopio ninguna huella de estructura orgánica en él; pero sus constituyentes químicos, segun Mr. Reeks, son los mismos del polvo estraido de entre las conchas destruidas del terraplen inferior, con la escepcion notable de que el carbonato de cal se halla presente solo en una pequeña cantidad. En el tercer terraplen observé una cantidad de éste polvo en una posicion análoga e igualmente lo hallé en pequeños manchones a alturas mucho mayores cerca de la cima de la isla. En Iquique, donde la superficie consta de un aluvion mui salífero i donde el clima es estremadamente seco, hemos visto que, segun Mr. Blake, las conchas que se hallan enteras cerca de la costa, se encuentran, a medida que se sube, mas i mas destruidas, hasta que apénas puede descubrirse la menor huella de su estructura orijinal. Es sabido que el carbonato de cal i la sal comun se descomponen parcialmente cuando se mezclan i humedecen (1).

---

(1) Sobre este principio se estableció en Francia una fábrica, segun el doctor Kane, pero fracasó por la pequeña cantidad de carbonato de soda producida. Sprengel afirma que la sal i el carbonato de cal son susceptibles de mutua descomposicion en el suelo. Sir de la Beche me informa que las rocas calcáreas que baña el mar se hallan corroidas amenudo de una manera peculiar.

Es lo que debe haber tenido lugar en San Lorenzo i en Iquique, donde las conchas i la sal se hallan mezcladas i a veces humedecidas por el rocío peruano. Así es como se esplica el aspecto peculiar corroido de las conchas de San Lorenzo i la gran disminucion de carbonato de cal en el polvo del terraplen inferior. Hai, sin embargo, una gran dificultad en esta opinion, porque las sales resultantes serian carbonato de soda i cloruro de cal; este último se halla presente, pero no el carbonato de soda. Por lo que creo que es posible que el carbonato de soda, por algun medio desconocido, puede convertirse en sulfato.

Si las observaciones anteriores son justas, hemos llegado a la conclusion mui inesperada que un clima seco, dejando la sal indisuelta, es mucho ménos favorable a la conservacion de las conchas solevantadas que un clima húmedo. De todos modos, es interesante conocer cómo las masas de conchas, gradualmente solevantadas sobre el nivel del mar, se destruyen i finalmente desaparecen.

Sumario sobre la elevacion reciente de la costa occidental de la América del Sur.—Hemos visto que se presentan restos marinos solevantados, con pequeños intervalos i en algunas partes casi contínuamente, desde la latitud 45°35' hasta 12° S. a lo largo de las costas del Pacífico. Esta es una distancia, de norte a sur, de 2,075 millas jeográficas. Segun observaciones de Byron, la elevacion se ha estendido, sin duda, 60 millas mas al sur; i por la semejanza de la forma del terreno cerca de Lima, se ha estendido probablemente muchas leguas mas al norte (1).

A lo largo de esta gran línea de costa, además de los restos orgánicos, hai en muchas partes señales de erosion, cuevas, antiguas riberas, dunas i sucesivos terraplenes de grava, todo sobre el nivel actual del mar. Por lo abrupto de la tierra en este lado del continente, solo raramente se han encontrado conchas a mayores distancias hácia el interior que

(1) Mr. Weaver dice haber encontrado lechos de ostras i otras conchas recientes a 30 piés sobre el nivel del mar, en muchas partes de Tampico, en el Golfo de Méjico.

2 a 3 leguas; pero las señales de la accion del mar son evidentes mucho mas léjos de la costa; por ejemplo, en el valle del Huasco, a una distancia entre 30 a 40 millas. Juzgando por las conchas elevadas solamente, la elevacion en Chiloé ha sido de 350 piés, en Concepcion ciertamente 625 piés i por cálculos 1,000 piés; en Valparaiso 1,300; en Coquimbo 252 piés; al norte de este lugar no se han encontrado, segun creo, a mayor altura de 300 piés; i en Lima entrando ya en destruccion (sin duda apresurada por la sal) a 85 piés.

No solo esta suma de elevacion ha tenido lugar dentro del período de los Moluscos i Cirrípedos existentes, sino que su número proporcional en los mares adyacentes ha permanecido en muchos casos uno mismo. Cerca de Lima, sin embargo, se ha observado un pequeño cambio a este respecto, entre las vivientes i las solevantadas. En Coquimbo, este hecho es mas evidente; todas las conchas son especies existentes, pero las que se hallan enterradas en el llano calcáreo superior se aproximan ménos en número proporcional, que las que yacen sueltas en la superficie a la altura de 252 piés i todavia ménos que las que se hallan diseminadas en los llanos inferiores; estas últimas son idénticas en número proporcional con las que actualmente se encuentran en la costa. Por esta circunstancia i por no encontrarse, tras cuidadoso exámen, cerca de Coquimbo ninguna concha a una altura mayor de 252 piés, creo que la elevacion reciente aquí ha sido mucho menor que en Valparaiso, donde ha tenido 1,300 piés, i puedo agregar que en Concepcion, .

Esta considerable desigualdad en la suma de elevacion en Coquimbo i Valparaiso, lugares que se hallan solo a 200 millas de distancia, no es improbable, considerando: 1.º la diferencia en la fuerza i número de los sacudimientos que anualmente se producen en diferentes partes de esta costa; i 2.º el hecho de que una misma área, tal como la de la provincia de Concepcion, ha sido solevantada mui desigualmente durante un mismo temblor. Seria, en la mayoria de los casos, mui aventurado inferir una desigualdad de elevacion, por la presencia de las conchas en la superficie o en lechos superficia-

les, a diferentes alturas, porque no sabemos de qué depende la proporcion de su destruccion; i en Coquimbo, un ejemplo entre muchos, se nos ha dado, de un promontorio, que por la presencia de una acumulacion pequeñísima de conchas cementadas, debe haber sido elevado insensiblemente a 242 piés, en el que, sin embargo, ni aun un fragmento de concha pudo encontrarse, tras cuidadoso exámen, entre esta altura i la playa, aunque muchos puntos aparecian en él mui favorables a la conservacion de restos orgánicos. Debe tenerse presente así mismo la ausencia de conchas en los terraplenes de grava en el valle de Coquimbo, aunque son abundantes en los barrancos que rodean su boca.

Hai otras épocas, ademas de la existencia de los Moluscos recientes, a las cuales podemos referir los cambios de nivel en esta costa. En Lima, como hemos visto, la elevacion ha sido por lo ménos de 85 piés, dentro del período de la existencia del indio; i desde la llegada de los españoles en 1530 ha habido aparentemente una depresion de la superficie. En Valparaiso, en el trascurso de doscientos veinte años, la elevacion debe haber sido un poco ménos de 19 piés; pero ha sido de 10 a 11 piés en los diezisiete años subsiguientes a 1817 i de esta elevacion solo una parte puede atribuirse al terremoto de 1822; el resto habiendo sido insensible, i aun en 1834 no terminaba. En Chiloé la elevacion ha sido gradual i cerca de 4 piés durante cuatro años.

En Coquimbo tambien ha sido gradual i en el trascurso de ciento cincuenta años ha subido a varios piés. Los pequeños i repentinos solevantamientos, acompañados por terremotos como en 1822 en Valparaiso, en 1835 en Concepcion i en 1837 en el Archipiélago de los Chonos, son familiares a muchos jeólogos, pero el levantamiento gradual de la costa de Chile apénas ha sido observado; es, sin embargo, mui importante en cuanto relaciona estos dos órdenes de hechos.

La elevacion de Lima, que ha sido de 85 piés dentro del período humano, es la mas sorprendente, si nos referimos a la costa oriental del Continente, porque en Puerto San Julian, en la Patagonia, hai evidencia bastante (como vamos a

verlo) de que cuando la tierra se hallaba a 90 piés mas baja, el Macrauchenia, un manífero, vivia; i en Bahía Blanca, cuando se hallaba solo unos pocos piés mas baja que ahora, muchos cuadrúpedos jigantescos habitaban los lugares adyacentes. Pero la costa de la Patagonia se halla algo distante de la Cordillera i el movimiento en Bahia Blanca no se halla relacionado quizas de ninguna manera con este gran cordon, sino mas bien con las rocas volcánicas terciarias de la Banda Oriental i, por consiguiente, la elevacion de estas rejiones puede haber sido infinitamente menor que en las costas del Perú. Todas estas especulaciones, sin embargo, pueden ser vagas, porque, como sabemos con certeza que la elevacion de toda la costa de la Patagonia ha sido interrumpida por pausas numerosas i prolongadas ¿quién podria decir que en tales casos no han sobrevenido muchos i dilatados períodos de inmersion?

En muchas partes de la costa de Chile i el Perú existen señales de la accion del mar a alturas sucesivas del continente, demostrando que la elevacion ha sido interrumpida por períodos de reposo comparativo, en el movimiento elevatorio i de denudacion, en la accion del mar. Esto es evidente en Chiloé, donde en una altura como de 500 piés, hai tres escarpes; en Coquimbo, donde en una altura de 364 piés, hai cinco; en Huasco, donde hai seis, de los cuales cinco pueden corresponder quizas con los de Coquimbo. En tal caso, los movimientos elevatorios subsiguiente e intermedios deben haber sido aquí mucho mas enérjicos. En Lima, donde a una altura de cerca de 150 piés, hai tres terraplenes, i otros, como se asegura, a alturas mucho mas considerables. La ausencia casi total de antiguas señales de la accion del mar, en niveles determinados a lo largo de considerables espacios de costa, como cerca de Valparaiso i Concepcion, es mui instructiva, porque como es improbable que la elevacion de estos lugares solo haya sido continua, debemos atribuir la ausencia de tales señales a la naturaleza i forma de las rocas de la costa. Considerando sobre cuántos cientos de millas de la costa de la Patagonia i en cuántos lugares de

la costa del Pacífico el proceso elevatorio ha sido interrumpido por período de comparativo reposo, podemos afirmar, conjuntamente con la evidencia deducida en otras partes del mundo, que la elevacion de la tierra se debe jeneralmente a una accion intermitente.

Por la cantidad de materia removida en la formacion de los escarpes, especialmente en los de la Patagonia, aparece que los períodos de reposo i de denudacion han sido mui largos jeneralmente. En la Patagonia hemos visto que la elevacion ha sido uniforme i los períodos de denudacion sincrónicos sobre anchos espacios de costa; en la costa del Pacífico, debido a que los terraplenes se presentan principalmente en los valles, no tenemos medios iguales para juzgar sobre este punto; i las alturas mui diversas de las conchas solevantadas en Coquimbo, Valparaiso i Concepcion, parecen oponerse directamente a semejante conclusion.

No puedo asegurar, pues carezco de evidencia, si en este lado del continente la elevacion entre los períodos de reposo comparativo, cuando los escarpes se formaron, ha tenido lugar por pequeños i súbitos sacudimientos, tales como los que acompañan a los temblores actuales, o, como es mas probable, por esos sacudimientos conjuntamente con un movimiento gradual de elevacion o por grandes i repentinos sacudimientos. Pero así como en la costa oriental me he visto obligado a pensar que la elevacion ha sido gradual por la analojía con respecto a los últimos 100 piés de elevacion en la Plata, i teniendo en consideracion el tamaño casi igual de los guijarros que se hallan sobre todo el ancho de los terraplenes, i en vista de que todas las conchas solevantadas son especies litorales, de la misma manera, por analojía con los movimientos actualmente en progreso i por el gran número de conchas, que viven actual i esclusivamente en la costa, las cuales se hallan diseminadas sobre la superficie total del continente hasta alturas mui considerables, debo concluir que en la costa occidental el movimiento ha sido tambien lento i gradual, ayudado quizás por pequeños sacudimientos ocasionales. Sabemos, por último, que en Coquimbo, donde

cinco escarpes se presentan en una altura de 364 piés, las elevaciones sucesivas, aunque hayan sido repentinas, no deben haber sido mui grandes. Se ha demostrado ya que la conservacion casual de conchas intactas, es posible aun durante una elevacion completamente gradual de la tierra, conservacion que, si el movimiento ha sido ayudado por pequeños sacudimientos, es enteramente conforme con lo que actualmente tiene lugar durante los temblores recientes. Juzgando por la accion presente del mar, a lo largo de las costas del Pacífico, sobre los depósitos de su propia acumulacion, la época actual parece en muchos lugares que es de comparativo reposo en el movimiento de elevacion i, por consiguiente, de denudacion de la tierra. Indudablemente este es el caso a lo largo de toda la gran costa de la Patagonia.

En Chiloé, sin embargo, hemos visto que una franja de terreno estrecho i en declive, cubierto de vejetacion, separa la presente ribera del mar de una línea de barrancos bajos, hasta cuyo pié las olas llegaban últimamente; aquí, de consiguiente, la tierra avanza sobre el mar en ancho i en altura, i el período presente no es de reposo en la elevacion ni de denudacion consiguiente; pero si el levantamiento no se efectuase en una proporcion rápida, es indudable que el mar pronto recuperaria sus límites anteriores, horizontales. Observé semejantes franjas bajas en declive en varias partes de la costa al norte de Valparaiso i cerca de Coquimbo; pero en este último lugar, por el cambio en la forma que la costa ha sufrido, desde que fueron escavados los antiguos escarpes, puede dudarse que el mar, obrando por algun espacio de tiempo sobre su nivel presente, haya desgastado la tierra; porque actualmente tiende mas bien a arrojar grandes masas de arena.

Es por hechos semejantes a estos que he usado jeneralmente el término de reposo comparativo aplicándolo a la elevacion de la tierra; el reposo o cesacion en el movimiento siendo comparativo con lo que lo ha procedido i lo ha seguido i con el poder de corrosion del mar en cada lugar i en cada nivel. Cerca de Lima, las costas barrancosas de San

Lorenzo i del continente, al sur del Callao, demuestran que el mar avanza sobre la tierra; i como tenemos aquí alguna evidencia que su superficie se ha sumerjido últimamente, o está hundiéndose todavía, los períodos de reposo comparativo en la elevacion i de consiguiente denudacion, pueden probablemente en muchos casos haber encerrado períodos de hundimiento. Como se manifestó en detalle cuando se discutian los terraplenes de Coquimbo, es solo cuando el mar despues de un largo lapso de tiempo, ha logrado formar un estrecho escalon en la roca sólida o amontonar en una abrupta superficie una *estrecha* acumulacion de detritus, cuando podemos confiadamente asegurar que la tierra en ese nivel i en ese período, permaneció, por largo tiempo, absolutamente estacionaria. En el caso de los terraplenes de grava o arena, aunque la elevacion ha sido absolutamente horizontal, puede suceder que no resulte ninguna línea nivelada i que ni los terraplenes mismos ni las cimas o bordes basales de sus escarpes lleguen a ser horizontales.

Finalmente, comparando la estension del área elevada, como se deduce de los restos orgánicos recientes solevantados, en los dos lados del continente, hemos visto que en el Atlántico se han encontrado conchas, a intervalos, desde la Tierra del Fuego oriental, en una estension de 1,180 millas hácia el norte i en el Pacífico en un espacio de 2,075 millas. En una lonjitud de 775 millas se presentan en las mismas latitudes en ámbos lados del continente. Sin tomar estas circunstancias en consideracion, es probable por las razones señaladas en el último capítulo, que el ancho total del continente en la Patagonia Central ha sido elevado en masa; pero por otras razones, dadas ahí, seria aventurado estender esta conclusion hasta la Plata.

Por la estrechez del continente en las partes mas meridionales de la Patagonia i por las conchas encontradas en los Estrechos interiores del Estrecho de Magallanes, e igualmente sobre el valle del Santa Cruz, es probable que la parte austral de la costa occidental, que yo no visité, ha sido elevada dentro del período de los Moluscos recientes. En tal

caso, las costas, del Pacífico han sido solevantadas contínua, reciente, i (en un sentido jeolójico) sincrónicamente desde Lima hácia al sur; en una lonjitud de 2,480 millas náuticas, distancia igual a la que existe desde el Mar Rojo hasta el cabo norte de la Escandinavia.





CAPITULO III

Sobre los llanos i valles de Chile. Depósitos salíferos superficiales

El espacio entre la Cordillera i la costa, en un promedio aproximado, es de 88 a mas de 100 millas de ancho. Se halla formado de una masa casi contínua de montañas o mas comunmente de varios cordones casi paralelos, separados por llanos. En las partes mas australes las montañas se hallan enteramente subordinadas a los llanos; en la parte setentrional las montañas predominan.

Los llanos-hoyas al pié de la Cordillera son notables por varios respectos. El en que se halla la capital de Chile tiene 15 millas de ancho, de este a oeste, i es de mucho mayor lonjitud de norte a sur; se halla a 1,750 piés sobre el mar; su superficie se presenta nivelada, pero realmente es ondulada, moviéndose en anchas i suaves inflexiones, cuyas concavidades corresponden con los valles principales de la Cordillera. La sorprendente manera en que suben abruptamente hasta el pié de este gran cordon ha llamado la aten-

cion de todos los autores desde el tiempo de Molina (1). Cerca de la Cordillera se halla compuesto de una masa estratificada de guijarros de todos tamaños que incluye ocasionalmente cantos redondeados; i hácia su límite occidental, consta de una arcilla arenosa i rojiza, que contiene algunos guijarros i numerosos fragmentos de pómez i a veces pasa a arena pura o a cenizas volcánicas. En Pudaguel, en este lado occidental del llano, algunos lechos de arena se hallan cubiertos por una toba calcárea cuyas capas superiores son jeneralmente duras i subestalagmiformes i las mas inferiores blancas i friables, las cuales se asemejan, unas i otras, precisamente a los lechos de Coquimbo, i contienen muchas conchas recientes.

Algunos cerros rocosos, abruptos i redondeados, se levantan en medio de este llano. Los de Santa Lucía i San Cristóbal se hallan formados de pórfidos dioríticos, casi enteramente denudados de su cubierta orijinal de brecha porfídica-arcillosa. En sus cimas pueden verse muchos fragmentos de roca (algunos de especies no encontradas in situ) que se hallan cubiertos i aglutinados por una toba blanca, friable i calcárea, semejante a la que se halló en Pudaguel. Cuando esta sustancia se depositó en la cima del San Cristóbal, el agua debe haberse hallado a 946 piés sobre la superficie del llano (2).

---

(1) Este llano se halla parcialmente separado en dos hoyas por un cordon de cerros; la mitad sur, segun Meyer, desciende bruscamente de una altura, por un salto abrupto, de 15 a 20 piés.

(2) O 2,690 piés sobre el mar, segun medida barométrica del señor Eck. Esta toba aparece a la simple vista casi pura; pero cuando se la trata por un ácido deja un resíduo considerable de arena i cristales quebrados aparentemente de feldespato. El doctor Meyer, dice que encontró una sustancia semejante en el cerro vecino de Domínico (i yó la hallé tambien en Cerro Blanco) i la atribuye a la accion del tiempo sobre la roca. En algunos lugares que examiné, su espesor puso esta opinion sobre su oríjen fuera de duda i dudo mucho que la descomposicion de un pórfido dejase, en todo caso, una costra compuesta principalmente de carbonato de cal. La corteza blanca, que se ve comunmente en las rocas feldespáticas, que la atmósfera descompone, no parece contener carbonato de cal libre.

Hácia el sur, este llano-hoya se contrae i elevándose apénas imperceptiblemente con una superficie nivolada, pasa por una abertura o boquete notable, escavado en las montañas, que forma un verdadero estrecho terrestre, llamado La Angostura. Inmediatamente despues se dilata en un segundo llano-hoya: éste a su vez hácia el sur se contrae en otro estrecho terrestre i se dilata en seguida en una hoya tercera, la cual, sin embargo, desciende repentinamente de nivel como 40 piés. Esta hoya tercera, hácia el sur, se contrae igualmente en un estrecho i en seguida nuevamente se abre en el gran llano de San Fernando, que se dilata hasta tan al sur que los picos nevados de la distante Cordillera se ven levantarse sobre el horizonte como sobre el mar.

Estos llanos, cerca de la Cordillera, se hallan formados jeneralmente por una espesa masa estratificada de cascajo (1); en otras partes por una arcilla arenosa, roja, a menudo mezclada con una sustancia volcánica de la naturaleza de pómez.

Aunque estos llanos o cuencas se hallan relacionados entre sí como un collar, de norte a sur, por estrechos o boquetes terrestres planos, las corrientes que los riegan no corren todas de norte a sur, sino principalmente hácia el oeste, por brechas o aberturas cavadas en las montañas circundantes; i en el caso de la segunda cuenca o la de Rancagua, habia dos distintas aberturas. Cada cuenca, sin embargo, no es regada simplemente; de lo que tenemos un ejemplo bastante, aunque no el solo existente, en el siguiente caso. Siguiendo hácia el sur sobre el llano de Rancagua, encontramos primeramente que el agua corre hácia el norte por el boquete terrestre del norte; despues sin ningun cordon divisorio manifiesto lo vemos correr hácia el suroeste en direccion a la abertura norte de las dos que se hallan en el límite oeste de

---

(1) El llano de San Fernando, segun M. M. Meyer i Gay, tiene cerca de la Cordillera un llano superior en forma de escalon, de arcilla, en cuya superficie encontró numerosos bloques de rocas, de 2 a 3 piés de largo, sueltos o en montones, pero todos dispuestos en líneas casi rectas.

las montañas, i por último, nuevamente sin ningun obstáculo manifiesto corre hácia la abertura sur de estas mismas montañas. Es admirable la disposicion hidrográfica de este llano-cuenca cuya superficie apareciendo a la vista tan nivelada, ha sido sin embargo modelada con tanto acierto, que las aguas se dirijen naturalmente hácia tres boquetes de las montañas circundantes (2). Las corrientes que fluyen de los tres llanos-cuencas meridionales, despues de pasar por los boquetes del oeste, se unen i forman el rio Rapel, que entra al Pacífico cerca de Navidad. Seguí el brazo mas meridional de este rio i encontré que la cuenca o llano de San Fernando se halla unida contínua i uniformemente con estos llanos, que fueron descritos en el capítulo segundo, que se hallan escavados, cerca de la costa, en sucesivos escarpes i cuevas, i todavia mas cerca de ella, cubiertos por restos marinos recientes, solevantados.

Podria dar descripciones de numerosos otros llanos de la misma forma jeneral, algunos al pié de la Cordillera, otros cerca de la costa i algunos en mitad de estos puntos. Haré solo mencion de otro, a saber, el llano de Uspallata, que se halla en el lado oriental u opuesto de la Cordillera, entre este gran cordon i el mas bajo i paralelo de Uspallata. Segun Miers, su superficie tiene 6,000 piés sobre el nivel del mar; tiene de 10 a 15 millas de ancho i se dice que se estiende con una superficie nivelada 180 millas hácia el norte; se halla regado por dos rios que pasan por boquetes en las montañas al este. En los ribazos del rio Mendoza se ha visto que se halla compuesto de una gran acumulacion de guijarros estratificados, estimados en 400 piés de espesor.

En el aspecto jeneral i en numerosos puntos de su estructura, este llano se asemeja estrechamente a los de Chile. El orijen i modo de formacion de este espeso lecho de grava, arcilla arenosa, detritus volcánicos i toba calcárea, que com-

(2) Segun la relacion del Diluvio del Himalaya del capitan Herbert, esto precisamente tiene lugar en la irrigacion de los llanos o valles que se hallan entre aquellas grandes montañas.

pone estos llanos o cuencas, es mui importante, porque, como lo veremos mas adelante, se estiende a lo lejos en forma de franjas sobre los valles principales de la Cordillera.

Muchos de los habitantes creen que estos llanos se hallaron antiguamente ocupados por lagos, que fueron repentinamente desaguados, pero creo que el número de los boquetes separados a casi un mismo nivel que ofrecen las montañas que los circundan, disipa enteramente esta idea. Si tan distinguidos naturalistas como los señores Meyer i Gay no hubiesen opinado que estos depósitos fueron formados por grandes avalanchas desprendidas de la Cordillera, no me habria ocupado en citar esta opinion, que me parece por muchas razones improbable en su mas alto grado: 1.º por la vasta acumulacion de *bien redondeados guijarros*, su frecuente estratificacion con capas de arena, los lechos de toba calcárea *superpuestos*, esta misma sustancia que cubre i aglutina los fragmentos de roca en los cerros del llano de Santiago, i por último aun, por el estado de desgaste i denudacion excesiva de estos cerros cónicos i de los cabos o promontorios que proyectan las montañas circundantes. Por otra parte, estas varias circunstancias así como la union contínua de las cuencas al pié de la Cordillera, con el gran llano del rio Rapel que todavia conserva las señales de la accion del mar en varios niveles i su semejanza jeneral en forma i composicion con los muchos llanos próximos a la costa, que ofrecen las mismas señales, o se hallan cubiertos con restos marinos solevantados, me prueban completamente que las montañas que limitaban estos llanos-cuencas fueron perforadas por el mar a medida que la tierra lentamente emerjia; sus rocas proyectadas en forma de islotes, corroidas, i se depositó el detritus suelto estratificado que forma su actual superficie nivelada. Es digno de llamar la atencion la casi perfecta semejanza de contornos entre estos llanos de Chile, en forma de cuencas, largos i estrechos (especialmente en las mañanas cuando desciende la niebla i se cierne sobre la llanura simulando el mar) i las caletas i fiords que atraviesan actualmente las costas al sur i al oeste del

continente. En esta opinion podemos comprender cómo el mar, durante el prolongado lapso de tiempo que tranquilamente ocupó los espacios entre los cordones de montañas, cuando la tierra se hallaba sumerjida, pudo unir las cuencas separadas en mas de un lugar; porque vemos que este es el carácter jeneral de las bahías interiores i canales de la Tierra del Fuego; como así mismo vemos en la accion penetrante de las mareas, que fluyen con gran fuerza en los canales trasversales, un poder suficiente para mantener abiertas las brechas a medida que la tierra emerjia. Podemos suponer ademas que las olas dejarian el fondo plano de cada gran bahía o canal, a medida que lentamente emerjia, gradual i naturalmente inclinado hácia tantos puntos como boquetes habria, por los cuales el mar se retirase finalmente, formando así otras tantas líneas de division o separacion sin ningun cordon pronunciado, en una superficie casi nivelada. La ausencia de restos marinos en estos altos llanos interiores no puede hacerse valer propiamente como una objecion a su orijen marino; porque podemos concluir, en vista de que no se hallan conchas en los grandes lechos de guijarros de la Patagonia, aunque se encuentran abundantemente diseminadas en sus superficies, i por muchos otros hechos análogos, que tales depósitos son eminentemente desfavorables a la conservacion de tales restos; i con respecto a que no se hallen diseminadas en la superficie de estos llanos, se demostró en el último capítulo que estos restos así espuestos terminan por destruirse i desaparecer. Observé algunas de las formas de los llanos del lado oriental i opuesto de la Cordillera que son dignas de mencion, pues demuestran que el mar obró ahí por mucho tiempo a un nivel casi igual que en los llanos cuencas de Chile.

Las montañas de este lado oriental son escesivamente abruptas; se elevan, desde un llano en declive mui suave, de 5 a 10 millas de ancho (como se ve en la figura siguiente) enteramente compuesto de guijarros perfectamente redondeados i a menudo pintados de blanco por una sustancia aluminosa semejante a felspato descompuesto. Este llano en

declive o talus desaparece en una llanura perfectamente plana de unas pocas millas de ancho, compuesta de bancos alternados de arcilla rojiza impura, con pequeñas concreciones



Fig. 13

calcáreas, como en el depósito Pampero—de arena fina blanca con pequeños guijarros en capas—i de la tierra blanca, aluminosa mencionada. Esta llanura corre hasta Mendoza, 30 millas hácia el norte i se halla probablemente a una misma altura mas o ménos, esto es, a 2,700 piés (Pentland i Miers) sobre el mar. Al este se halla limitada por un escarpe de 80 piés de altura, que corre por muchas millas de norte a sur, i se halla compuesto de guijarros perfectamente redondeados i sueltos, pintados de blanco, o enterrados en la tierra aluminosa. Tras este escarpe, hai un segundo escarpe semejante, compuesto de grava. Al norte de Mendoza estos escarpes se hacen mui accidentados i casi desaparecen.

No ofrecen el menor vestijio de que hayan contenido el área de un lago; por lo que concluyo que fueron formados por el mar cuando éste bañaba el pié de la cordillera, como acontece con los escarpes semejantes de la costa de Chile i de la Patagonia.

El llano, en forma de talus, asciende con una superficie plana hasta los grandes valles secos de la Cordillera. En cada lado del valle del Portillo las montañas se hallan formadas de granito rojo, mica-pizarra i basalto, las cuales han sufrido una suma de denudacion verdaderamente asombrosa; la grava del valle así como la del llano-talus que se halla a su frente, se compone de estas rocas; pero en la boca del valle i en su mitad (altura probable de 3,500 piés sobre el mar) se proyectan unos pocos cerros pequeños, aislados, de varias especies de pórfido, hasta una distancia determinada, a cuyo

alrededor se estienden en todas direcciones muchos guijarros bien lisos i blanqueados de éstos mismos pórfidos, con esclusion de cualesquiera otros. Ahora, pues, es difícil concebir otra ajencia que la quieta i prolongada accion del mar sobre estos cerros, que haya podido redondear i blanquear los fragmentos de pórfido i producir su dispersion desde tan pequeños e insignificantes centros, en medio de esta vasta corriente de piedras que ha descendido desde la Cordillera principal.

Terraplenes de grava inclinados de los valles de la Cordillera.—Todos los valles principales en ámbos flancos de la Cordillera han tenido anteriormente o tienen todavia, sus fondos llenos hasta un espesor considerable de una masa de guijarro rudamente estratificada. En Chile central la mayor parte de esta masa ha sido removida por los torrentes; i han quedado a alturas que se corresponden a ámbos lados de los valles franjas limítrofes barrancosas, mas o ménos contínuas. Estas franjas o barrancos propiamente dichos, tienen una superficie plana i a medida que los valles ascienden, suben insensiblemente con ellos; esto esplica que sean fácilmente irrigados i las grandes facilidades que presentan para la construccion de los caminos. Por su uniformidad, dan un notable carácter al escenario de estos valles espléndidos, agrestes i quebrados. El ancho de estas franjas varia mucho, en algunas, siendo apénas lo bastante para los caminos que las cruzan, i en otras constituyendo verdaderos llanos estrechos.

Sus superficies, ademas de ascender suavemente los valles, se hallan lijeramente inclinadas hácia su centro, de tal manera que demuestran que todo su fondo debe haberse hallado constituido primitivamente por una masa plana i lijeramente cóncava, como se hallan todavia los valles secos, no escavados del norte de Chile. En la confluencia de dos valles en uno, estos terraplenes se presentan sobre todo mui definidos como lo demuestra la figura siguiente.

El espesor de la grava que forma estas franjas, en un rudo promedio, puede decirse que varia desde 30, 60 u 80 piés; con escepcion de algunos que cerca de la boca de los valles

ofrecian en varias partes una potencia de 200 a 300 piés. La suma de materia removida por los torrentes ha sido inmensa;



Fig. 14

Valle bifurcado de la cordillera, bordeado por terraplenes de grava, planos e inclinados A. A. A. escavados en barrancos a lo largo del curso del rio.

sin embargo, en las partes mas bajas de los valles los terraplenes no han sido nunca enteramente socavados a ámbos lados, ni ha sido puesta en descubierto la roca sólida subyacente; pero en la parte superior de los mismos, los terraplenes han sido removidos frecuentemente en uno o ámbos lados. En este último caso reaparecen despues de un corto intervalo, en la línea que habrian tenido si no hubiesen sido interrumpidos o cortados.

Donde se ha alcanzado la roca sólida, ésta se halla cortada en profundas i estrechas gargantas. Mas arriba todavia, los terraplenes se hacen gradualmente mas i mas accidentados i estrechos, i su potencia disminuye hasta que a una altura de 7 a 9,000 piés, desaparecen i se confunden con las acumulaciones de detritus de las montañas.

Examiné cuidadosamente en muchos lugares el estado de la grava i casi en todas partes encontré los guijarros igual i perfectamente redondeados. Esta formacion incluye ocasionalmente grandes bloques de roca i se halla con frecuencia

distintamente estratificada con capas pequeñas o fajas de arena. Los guijarros se hallan cubiertos a veces con una corteza blanca, aluminosa i ménos frecuentemente calcárea. A grandes alturas sobre los valles se hacen ménos redondeados; i a medida que los terraplenes desaparecen, la masa total se confunde con el detritus ordinario. Me llamó mucho la atencion en repetidas ocasiones la gran diferencia que existe entre este detritus i la grava de los terraplenes mas abajo, consistente en el mayor número de fragmentos enteramente angulares del detritus, el grado desigual en que los demas fragmentos han sido redondeados, la cantidad de tierra asociada, la ausencia de estratificacion i la irregularidad de las superficies superiores. Esta diferencia era igualmente bien marcada en otros lugares mas abajo de los valles, donde quebradas precipitosas, que atraviesan por montañas de rocas de mui variados colores, han acumulado sobre los terraplenes vastos escombros de detritus en forma de abanico. En tales casos la línea de separacion entre el detritus i el terraplen puede trazarse hasta en el espacio de 1 pulgada o 2; pues el detritus consta enteramente de fragmentos angulares i solo parcialmente redondeados de las rocas adyacentes matizadas i el guijarro estratificado (como lo comprobé personalmente, sobre todo en un caso, en el valle del rio Mendoza) contiene solo una pequeña proporcion de estos fragmentos i éstos bien redondeados.

Presté atencion particular a la naturaleza de los terraplenes donde los valles forman abruptas i considerables curvaturas o inflexiones, pero no percibí ninguna diferencia en su estructura: seguian las curvaturas con su inclinacion ordinarias i casi igual. Observé tambien, en varios valles que siempre que aparecian grandes i numerosos bloques de una roca en la superficie del terraplen o enterrados en él, dicha roca pronto se encontraba *in situ* un poco mas arriba. He descubierto así bloques de pórfido, de sienita-andesítica, de pórfido i de sienita que aumentaban alternativamente en número i en cada caso se hallaban precedidos por las montañas orijinarias. Hai sin embargo, una notable escepcion a ésta regla.

A lo largo del valle del Cachapoal, M. Gay encontró numerosos grandes bloques de granito blanco que no se encuentra inmediato. Observé estos bloques, así como otros de sienita-andesítica (que no se hallan aquí *in situ*) cerca de los baños de Cauquenes, a una altura de 200 a 300 piés sobre el rio i por consiguiente mas arriba del terraplen que sigue su curso, i a algunas millas sobre los valles, encontré así mismo otros bloques a una altura casi igual.

Encontré, ademas, a una altura menor, inmediatamente sobre el terraplen, bloques de un pórfido (que aparentemente no se halla en las montañas inmediatas circundantes) dispuestos en líneas irregulares como en una playa de mar. Todos estos bloques son grandes i redondeados, aunque no jigantezcos, como los verdaderos cantos erráticos de la Patagonia i la Tierra del Fuego. M. Gay (1) notó que el granito no se presenta *in situ* en una distancia de 20 leguas; pero hai varias razones para creer que últimamente se ha encontrado a una distancia mucho menor, aunque ciertamente no en la inmediata vecindad. Los cantos encontrados por M. M. Meyer i Gay en el llano superior de San Fernando (mencionados en una nota anterior) pertenecen probablemente a esta misma clase de fenómenos.

Estas franjas de grava estratificada se presentan a lo largo de todos los grandes valles de la Cordillera, así como a lo largo de sus ramas principales; se hallan desarrolladas en grande escala en los valles del Maipo, Mendoza, Aconcagua, Cachapoal, i, segun Meyer, en el Tinguiririca.

En los valles del norte, sin embargo, i en algunos del flanco oriental de la Cordillera, como el valle del Portillo, permanentemente secos, o de corrientes insignificantes, la presencia de la grava estratificada sólo puede inferirse por la forma plana del fondo, lijeramente cóncava. ¿Cuál es la esplicacion de este fenómeno tan jeneral i asombroso? Que los materiales que forman las franjas a lo largo de los valles o que todavia

(1) M. Gay, segun se me ha informado, penetró en la Cordillera por el gran valle oblícuo de Los Cupresos i nó por la línea mas directa.

llenan completamente todo su lecho, no se han derivado de las montañas adyacentes como el detritus comun, es evidente por el completo contraste bajo todos respectos que existe entre la grava i los hacinamientos de detritus, ya se tomen sobre los valles, en sus lados o en la boca de las quebradas mas precipitosas. Que la materia no ha sido depositada por cataclismos, dado caso que pudiésemos creer en cataclismos que hubiesen descendido en cada valle i todas sus ramas, al este i oeste de los picos centrales de la Cordillera, debemos deducirlo por las siguientes razones: por la distinta estratificacion de la masa, por su superficie plana superior, por lo bien redondeado de los guijarros i su estado de incrustacion tan diferente del detritus suelto de las montañas, i especialmente porque los terraplenes conservan su inclinacion uniforme al rededor de las inflexiones o recodos mas abruptos.

Suponer que en el estado actual los rios hayan depositado el guijarro a lo largo del curso de cada valle i todas sus ramas principales, me parece insostenible en vista que estos mismos rios no sólo remueven actualmente i han removido gran parte de este depósito, sino que tienden por doquiera a abrir profundas i estrechas gargantas en las rocas mas duras subyacentes. He notado que estas franjas de grava, cuyo orijen es inesplicable en la teoría de los cataclismos o de la accion aluvial comun, se continúan directamente con los llanos o cuencas de análoga composicion del pié de la Cordillera, los cuales, por las varias razones ya espuestas, no puedo dudar que fueron modelados por la accion del mar. Ahora si suponemos que el mar anteriormente ocupó los valles de la cordillera de Chile, de la misma manera precisamente que lo hace actualmente en las partes mas meridionales del continente, donde profundas i tortuosas ensenadas penetran hasta el mismo corazon de esta cadena, i en el caso del Obstruction Sound lo atraviesan enteramente; i si suponemos que las montañas fueron solevantadas de la misma lenta manera que lo han sido las costas este i oeste dentro del período reciente, entónces el orijen i formacion de estas franjas inclinadas o terraplenes de grava pueden esplicarse

sencillamente. Porque cada parte del fondo de los valles, segun esta teoría, habria formado por largo tiempo el interior de una ensenada, a la cual los torrentes entónces existentes habrian llevado fragmentos de rocas, los cuales, por la accion de las mareas, habrian sido rodados, incrustados a veces i rudamente estratificados, formando por fin una superficie nivelada por la union de las líneas sucesivas de ribera (1).

A medida que la tierra se elevaba, los torrentes en cada valle tenderian a remover los materiales que precisamente habrian sido depositados en las líneas de playa, habiendo incrementado su fuerza con la elevacion continuada que aumentaba su total descenso desde sus nacimientos hasta el mar. Esta lenta elevacion de la Cordillera, que esplica fácilmente el oríjen, de otra manera inesplicable, i la estructura de los terraplenes, juzgando por todas las analojías conocidas, ha sido probablemente interrumpida por muchos períodos de reposo; pero no debemos esperar encontrar ninguna evidencia de estos períodos en la estructura de los terraplenes de grava, porque, como las olas en las cabeceras de las ensenadas profundas tienen poco poder erosivo, el solo efecto del mar al haber permanecido largo espacio a un mismo nivel, seria que las partes superiores de las ensenadas se habrian llenado en tales períodos hasta el nivel del agua con grava i arena; i en seguida los rios habrian acumulado en ellas materiales análogos, cuya inclinacion (como en la cabecera de un lago parcialmente lleno) habria sido determinada por la provision del detritus i la fuerza de la corriente. Esto manifiesta que despues de la final conversion de las

(1) He descrito terraplenes inclinados semejantes (Philosoph Transactions) en los valles de Lochaber de Escosia, donde, a mas elevados niveles los *Parallel roads* de Glen Roy presentan las señales de una larga i tranquila residencia del mar. No dudo que estos terraplenes en declive se habrian hallado presentes igualmente en los valles de la mayor parte de los cordones o cordilleras europeas, si todo rastro de ellos i de la accion del mar no hubiese sido borrado por los ventiqueros que desde entónces los han ocupado. He mostrado que este es el caso con respecto a las montañas del norte de Gales.

ensenadas en valles, casi la sola diferencia de los terraplenes en aquellos puntos en que el mar permaneció largo espacio, será una inclinacion algo mas suave, i la existencia de guijarros en su superficie, debidos a la accion aluvial o de los rios.

No conozco sino una dificultad a la anterior opinion, a saber, los bloques que se encuentran a ámbos lados en el valle del Cachapoal. No aventuraré ninguna esplicacion de este fenómeno, pero debo hacer presente que un cordon montañoso cerca de los Baños de Cauquenes ha sido solevantado mucho despues de todos los otros cordones inmediatos i que este hecho debe haber alterado mucho la fisonomía total del pais. En el trascurso de las edades, ademas, en este i otros valles, pueden haber ocurrido acontecimientos semejantes i aun en mayor escala que los descritos por Molina durante el terremoto de 1762, en que un resbalamiento o derrumbe dividió por diez dias el gran rio Lontué, el cual cuando rompió su barrera «inundó todo el pais i sin duda trasportó muchos grandes fragmentos de roca (1).

(1) M. Brongniart en una memoria sobre los trabajos de M. Gay cree que los cantos del Cachapoal pertenecen a la misma clase que los cantos erráticos de Europa. Como los bloques que yo ví no son jigantescos i especialmente no son angulares i como no han sido trasportados fácil i tranquilamente a traves de tierras bajas o anchos valles, no me creo autorizado a clasificarlos con los que en el hemisferio norte i sur han sido trasportados por el hielo. Es de esperarse que cuando los trabajos prolongados i admirables en Chile de M. Gay sean publicados, arrojen mas luz sobre este asunto. Sin embargo, los cantos pueden haber sido primitivamente trasportados; pero la posicion final de los de pórfido, que se hallan, como hemos dicho, formando líneas prolongadas al pié de las montañas, no puedo dudar que se debe a la accion de las olas sobre una playa.

El valle del Cachapoal, en la parte donde los cantos se presentan, se abre paso por el alto cordon de Cauquenes, que corre paralelo a la Cordillera, pero a alguna distancia de ella. Este cordon se ha hallado sometido a una violencia excesiva; la lava traquítica ha brotado en él i fuentes termales fluyen todavia de su base.

Viendo la enorme suma de denudacion que ha esperimentado la roca sólida de las partes mucho mas anchas i superiores de este valle, donde entra en la Cordillera, i viendo en qué estension el cordon de Cauquenes proteje ahora esa gran cadena, no puedo ménos de creer (como lo he dicho en el

Finalmente, no obstante este caso escepcional, no puedo abrigar ninguna duda que estas franjas en forma de terraplenes, que se hallan unidas continuadamente con los llanos o cuencas del pié de la Cordillera, han sido formadas por la deposicion del detritus acarreado por los rios, en sucesivos niveles, a la manera de lo que tiene lugar actualmente en las cabezas de los numerosos fiords profundos i penetrantes que horadan las costas meridionales.

A mi juicio, esta ha sido una de las mas importantes conclusiones a que mis observaciones sobre la jeolojía de Sud-América me han conducido; porque ella manifiesta que una de las cadenas de montañas mas grande i mas simétrica del mundo, con sus varias líneas paralelas (1), ha sido elevada en masa entre 7 a 9,000 piés, de la misma manera gradual que lo han sido las costas oriental i occidental dentro del período reciente.

---

texto) que este cordon con sus erupciones traquíticas ha sido elevado en un período mucho mas tarde que la Cordillera. En tal caso, los cantos, despues de haber sido trasportados a un nivel mas bajo por los torrentes (que presentan en cada valle pruebas de un gran poder de trasporte) pueden haberse elevado hasta su nivel actual conjuntamente con la rejion en que se encuentran.

(1) No es mi intencion afirmar que todas las líneas han sido solevantadas en la misma proporcion; lijeras diferencias en la elevacion no dejarian efectos perceptibles en los terraplenes. Puede inferirse, sin embargo, quizas con una escepcion, que desde el período en que el mar ocupó estos valles, los varios cordones no han sido dislocados por grandes i abruptas fallas o solevantameinto; porqre si tal hubiese ocurrido, los terraplenes de grava en estos puntos no se hallarian contínuos. La única escepcion se halla en el estremo inferior de un llano del valle del Yeso (una rama del Maipo) donde a una gran altura los terraplenes i el valle aparecen interrumpidos por una línea de solevantamiento, que se manifiesta mui clara en las montañas adyacentes; esta dislocacion, quizas, ocurrió *despues de la elevacion* de esta parte del valle sobre el nivel del mar.

El valle se halla aquí casi obstruido por una masa de grava i detritus especialmente, de cerca de 1,000 pies de espesor i de forma triangular. En el lado sur, el rio ha cortado completamente a traves de esta masa; en el lado norte i en la cima verdadera se hallan escavadas, profundas quebradas paralelas a la línea del valle, como si el curso de las aguas anteriormente hubiese pasado por estas dos líneas.

Formacion de los valles.—La cantidad de roca sólida que ha sido removida en las partes inferiores de los valles de la Cordillera ha sido enorme. Puede formarse una idea de la suma de denudacion reflexionando sobre casos tales como el de los lechos de grava de la Patagonia, que cubren tantos miles de leguas cuadradas de superficie i que si se acumulasen en un cordon, formarian una cadena de montañas casi igual a la Cordillera. Los valles dentro de esta cadena siguen a menudo líneas anticlinales, raras veces sinclinales; esto es, los estratos en ámbos lados buzan mas a menudo desde la línea del valle que hácia ella. En los flancos de la misma, los valles con frecuencia no corren ni a lo largo de ejes anticlinales ni sinclinales, sino a lo largo de líneas de flexion o fallas; esto es, los estratos en ámbos lados buzan en una misma direccion, pero con diferente inclinacion, aunque a menudo solo lijeramente diferente. Como el mayor número de los cordones casi paralelos que forman en conjunto la Cordillera, corre aproximativamente de norte a sur, los valles de este a oeste los cruzan en líneas en zig-zag, pasando por los puntos donde los estratos se hallan ménos inclinados. No dudo que la mayor parte de la denudacion fué producida en los períodos cuando la marea de las abras o ensenadas ocupaba los valles i los flancos esteriores de las montañas se hallaban espuestos a toda la fuerza de las olas. He llamado ya la atencion hácia el poder de la accion de las mareas en los canales que comunican las grandes bahías; i debo mencionar aquí que la fuerza de la corriente en un canal de esta especie, hizo dar vueltas a uno de los buques espedicionarios. Veremos mas adelante que de los dos cordones principales que forman la Cordillera de Chile, el cordon oriental i mas elevado debe la mayor parte de su solevantamiento *angular* a un período subsiguiente a la elevacion del cordon occidental: i es igualmente probable que muchos de los otros cordones paralelos han sido angularmente solevantados en diferentes períodos; consiguientemente muchas partes de las superficies de estas montañas deben haberse hallado espuestas anteriormente a toda la fuerza de las olas, las cuales, si

la Cordillera se sumerjiese actualmente, se hallarian protejidas por cadenas paralelas de islas. Los torrentes en los valles tienen ciertamente un gran poder de desgaste, como se manifiesta por el sonido monótono i estridente de los muchos fragmentos que noche i dia se precipitan en su curso i como puede comprobarse por el gran tamaño de ciertos fragmentos que indudablemente han sido trasportados durante los temporales. Sin embargo, hemos visto que en las partes inferiores de los valles los torrentes no han removido sino rara vez todo el guijarro depositado por el mar que forma los terraplenes i desde la última elevacion en masa solo han conseguido escavar en las rocas subyacentes, gargantas profundas i estrechas; pero enteramente insignificantes en dimensiones comparadas con el ancho total i profundidad de los valles.

A lo largo de las costas del Pacífico, nunca dejé de sentir verdadero asombro durante mis muchas i largas escursiones al constatar que todo valle, quebrada i aun pequeña desigualdad de la superficie, en los distritos graníticos o terciarios, conservaban el exacto contorno que habian tenido cuando el mar dejó sus superficies cubiertas de restos orgánicos. Cuando estos restos hayan desaparecido, apénas habrá alguna diferencia en aparencia entre esta línea de costa terrestre i aquellas rejiones, que estamos acostumbrados a considerar que han adquirido sus caractéres actuales principalmente por la ajencia del tiempo i de los rios. En los distritos antiguos graníticos no dudo que seria aventurado atribuir todas las modificaciones de contorno esclusivamente a la accion del mar; porque ¿quién puede decir que la costa no haya emerjido anteriormente ni haya sido corroida por corrientes precipitosas i lavada por las lluvias?

Esta duda, sin embargo, no se aplica a los distritos formados superficialmente por los modernos depósitos terciarios. Los valles escavados por el mar, a traves de las formaciones mas blandas, a ámbos lados del continente, son jeneralmente anchos, tortuosos i planos. El único distrito de esta

naturaleza que se halla ahora penetrado por brazos del mar es la isla de Chiloé.

Finalmente, la conclusion a que he arribado con respecto a los poderes relativos de la lluvia i el mar sobre la tierra es que el último es el ajente mas eficiente i que su tendencia principal es el ensanchamiento de los valles; miéntras que los torrentes i los rios tienden a profundizarlos i a remover los despojos de la accion destructiva del mar. A medida que aumenta el poder de las olas, se hace mas abierto i espuesto el espacio en que actúan, de manera que siempre tenderán a ensanchar mas i mas la embocadura de los valles comparada con sus partes interiores; por esto es sin duda que la mayor parte de los valles se dilatan en la boca, parte en donde los rios que corren en ellos, tienen jeneralmente el menor poder de desgaste.

Al tratar de la accion del mar sobre la tierra en antiguos niveles, no debe olvidarse el efecto de las grandes olas, que jeneralmente acompañan a los terremotos. Pocos año strascurren sin un serio temblor en algunas de las partes de la costa occidental de Sud-América; i las olas que los acompañan tienen un gran poder. En Concepcion, despues del choque de 1835, vi grandes fragmentos de arenisca, uno de los cuales era de 6 piés de largo, 3 de ancho i 2 de espesor que habian sido arrojados sobre el nivel de la playa; i por la naturaleza de los animales marinos que todavia adherian a él, debe haber sido estraido de una considerable profundidad. Por otra parte, en el Callao, la ola de retroceso del temblor de 1746 arrastró grandes masas de albañilería de entre 3 a 4 piés cuadrados, hasta cierta profundidad. En el trascurso del tiempo, estos efectos sobre cada nivel sucesivo, no deben haber sido pequeños, i en algunos de los depósitos terciarios de esta línea de costa observé grandes cantos de granito i otras rocas vecinas, empotrados en capas sedimentarias de materiales menudos, cuyo trasporte siempre me pareció inesplicable, salvo si se atribuye a la ajencia del mar en los temblores.

Depósitos superficiales salinos.—Este asunto puede ser tra-

tado aquí convenientemente. Empezaré con el caso mas interesante, a saber, con los hechos superficiales salinos cerca de Iquique. Las montañas porfídicas de la costa se elevan abruptamente a una altura de 1,900 a 3,000 piés. Entre sus cimas i un llano interior en el cual se encuentran los célebres depósitos de nitrato de soda, existe un alto distrito ondulatorio, cubierto con una costra superficial salífera notable, principalmente compuesta de sal comun, en nódulos opacos, duros i blancos o mezclada con arena; en este último caso formando una arenisca compacta. Esta corteza salífera superficial se estiende desde el borde del escarpe de la costa, sobre toda la superficie del pais; pero nunca alcanza un gran espesor, segun me lo ha asegurado Mr. Bollart (antiguo residente). Aunque nunca llueve verdaderamente aquí sino con intervalos de muchos años, existen pequeñas cavidades cónicas que indican que la sal ha sido disuelta en algunas partes (1). En varios lugares, observé grandes manchones de arena, enteramente humedecidos por efecto de la cantidad de cloruro de cal (segun Mr. T. Reeks) que contenian. En vista que la arena compacta cementada por la sal es roja, pupurina o amarilla, segun el color de los estratos rocosos sobre que descansa; me imajiné que esta sustancia habria sido derivada probablemente por la accion aluvial comun de los lechos de sal que ocurren interestratificados en las montañas circundantes. Pero en vista de los interesantes detalles dados por M. d'Orbigny i de haber constatado en un exámen reciente de esta arena aglomerada, que no se halla irregularmente cementada, sino que consta de lechos delgados de arena de diferentes matices, alternando con capas de sal paralelas, excesivamente finas, es indudable que no es de orijen alu-

(1) Es notable con qué lentitud, segun observaciones de M. Cordier sobre la sal de roca de Cardona en España, la sal se disuelve en lugares donde el monto de las lluvias se supone llegar hasta 13.4 de pulgada por año. Se calcula que sólo 5 piés de espesor se disuelven en el trascurso de una centuria.

vial. M. d'Orbigny (1) observó lechos salinos análogos que se estendian desde Cobija 5 grados de latitud hácia el norte i a alturas que variaban desde 600 a 900 piés. Encontrándose conchas marinas recientes diseminadas sobre estos lechos salíferos, i debajo de ellos grandes bloques bien redondeados, exactamente semejante a los de las riberas existentes, cree que la sal, que es invariablemente superficial, ha sido producida por la evaporacion del agua del mar. Esta misma conclusion, debe, a mi juicio, estenderse a los lechos superficiales salíferos de Iquique, aunque éstos se encuentran a cerca de 3,000 piés sobre el nivel del mar.

Asociadas con la sal en los lechos superficiales hai numerosas capas delgadas i horizontales de toba-calcárea, con otras yesosas i friables, color blanco-sucio e impuras. Los lechos yesosos son mui notables, por la abundancia que presentan i por hallarse compuestos a veces por concreciones irregulares de yeso mui duro, compacto i pesado, en forma de anhidrita, que pasan del tamaño de un huevo al de la cabeza de un hombre. Este yeso contiene algunas partículas estrañas de piedra; se halla manchado de hierro, a juzgar por su accion con el borax, i exhala un fuerte olor aluminoso. Las superficies de las concreciones presentan líneas sobresalientes, agudas, irradiadas o bifurcadas como si hubiesen sido corroidas (pero nó realmente). Interiormente se hallan penetradas por venas ramosas de anhidrita pura blanca, semejantes a las de espato calcáreo de los nódulos o septarios de la arcilla de Lóndres. Ha podido creerse naturalmente

---

(1) M. d'Orbigny halló este depósito en muchos lugares atravesados por profundas quebradas, en las que no habia sal. En épocas anteriores, aunque históricamente desconocidas, estas quebradas deben haber contenido corrientes, i M. d'Orbigny concluye de la presencia de sal no disuelta en todo el terreno circundante, que las corrientes deben haber provenido de la lluvia o la nieve caida, no en la rejion vecina, sino en la ahora árida Cordillera. Debo observar que por haber encontrado ruinas de habitaciones indíjenas en lugares absolutamente estériles de la Cordillera de Chile, me he visto obligado a creer que el clima, cuando el indio habitó esta parte del Continente, fué en un lijero grado mas húmedo que al presente.

que estas venas han sido formadas por subsiguiente infiltracion, si no se hubiese constatado que cada pepueño fragmento de roca enterrado se halla igualmente cubierto de una manera notable por un pequeño borde de la misma anhidrita blanca, lo que demuestra que las venas deben haberse formado por un proceso de segregacion i no de infiltracion. Algunos de estos fragmentos *rajados*, por decirlo así, se hallan penetrados por la anhidrita i algunas porciones han sido así evidentemente dislocadas mecánicamente. En Santa Elena observé que la materia calcárea, depositada por el agua de lluvia, tenia tambien el poder de separar pequeños fragmentos de las rocas. Creo que el depósito superficial yesoso tiene una gran estension jeográfica. He recibido muestras de Pisagua, 40 millas al norte de Iquique, e igualmente de Arica, donde cubre una capa de pura sal. M. d'Orbigny encontró en Cobija un lecho de arcilla, que descansaba sobre una masa de conchas recientes solevantadas, i se hallaba saturada de sulfato de soda e incluia delgadas capas de yeso fibroso. Estos lechos superficiales de sal i yeso tan estendidos, constituyen un fenómeno jeolójico importante, que sólo debe presentarse en un clima mui seco.

El llano o cuenca en cuyos bordes descansa el famoso lecho de nitrato de soda, se halla situado a la distancia de cerca de 30 millas del mar, del que lo separa el distrito salífero que acaba de describirse. Se halla a una altura de 3,300 piés; su superficie es nivelada i de algunas leguas de ancho; se estiende 40 millas hácia el norte i tiene un largo total (segun me dice Mr. Belford Wilson, cónsul jeneral en Lima) de 420 millas. En un pozo abierto cerca de los terrenos de esplotacion, de 36 yardas de profundidad, se encontró arena, tierra i un poco de grava; en otro pozo, cerca de Pozo Almonte, de 50 yardas de profundidad, el todo constaba, segun Mr. Blake, de arcilla, que incluia un lecho de arena de 2 piés de espesor, i descansaba sobre grava menuda i ésta sobre grava gruesa con grandes fragmentos de roca redondeados. En mumuchas partes de este llano, tan árido al presente, se han hallado enterrados a una profundidad de 3 a 6 piés algunos

juncos i grandes árboles derribados, en un estado endurecido, aparentemente mimosas; segun Mr. Blake, se hallan todos caidos al suroeste. La capa de nitrato de soda se dice que se estiende por 40 o 50 leguas a lo largo de la márjen occidental del llano, pero no se ha encontrado en sus partes centrales. Tiene de 2 a 3 piés de espesor i es tan duro que tiene jeneralmente que romperse a tiros; asciende gradualmente desde el borde del llano hasta 10 a 30 piés sobre su nivel. Descansa sobre arena, en la cual, se dice, se han encontrado restos vejetales i conchas quebradas, las cuales tambien se han encontrado, segun Mr. Blake, en el nitrato de soda i sobre él. Se halla cubierta por una masa superficial de arena, que contiene nódulos de sal comun, i como me lo ha asegurado un minero, mucha materia blanda yesosa, precisamente semejante a la de la costra superficial ya descrita. Precisamente esta costra, con sus caracteristicas concreciones de anhidrita, llega hasta el borde del llano.

El nitrato de soda varia en pureza en diferentes partes i amenudo contiene nódulos de cal comun. Segun Mr. Blake, la proporcion de nitrato de soda varia desde 20 a 75% Un análisis practicado por Mr. A. Hayes, de una muestra, término medio, dió:

Nitrato de soda	64,98
Sulfato de soda	3,00
Cloruro de sodio	28,60
Sales yódicas	0,63
Conchas i marga	2,60
	99,90

El *agua-madre* en algunos de los injenios es mui rica en sales yódicas i se supone que contiene (1) mucho cloruro de cal.

(1) De un documento oficial, que me presentó Mr. Belford Wilson apa-

En una muestra no elaborada, que traje conmigo, Mr. T. Reeks ha constatado que el cloruro de cal es mui abundante. Con respecto al oríjen de esta masa salina, si se tiene en consideracion que este lecho compacto, lijeramente inclinado, sigue por tantas millas la márjen sinuosa del llano, no cabe la menor duda de que fué depositado por una sábana de agua. Por los fragmentos de conchas que contiene, por la abundancia de sales yódicas, por la costra superficial salífera que se presenta a un nivel mas alto, que es probablemente de oríjen marino i porque el llano se asemeja en la forma a los de Chile i al de Uspallata, no puede dudarse que esta sábana de agua se halló en conexion con el mar, a lo ménos en su oríjen.

LIJERAS INCRUSTACIONES SALINAS SUPERFICIALES

Estas incrustaciones salinas son comunes a muchas partes de la América: Humboldt las encontró en la meseta de Méjico i el jesuita Falkner i otros autores (1) dicen que se encuentran a intervalos sobre las vastas llanuras que se estienden desde la boca del Plata hasta la Rioja i Catamarca. Esto esplica por qué durante los temporales la mayor parte de las corrientes en las Pampas son salinas. No he encontrado en ninguna parte estas incrustaciones en tanta abundancia como cerca de Bahía Blanca. Varias millas cuadradas de terrenos

---

rece que la primera esportacion de nitrato de soda a Europa tuvo lugar en Julio de 1830, por cuenta francesa, en un buque ingles.

En 1830 se esportaron		17,300	quintales
» 1831	»	40,885	»
» 1832	»	51,400	»
» 1833	»	91,335	»
» 1834	»	149,538	»

El quintal español equivale aproximadamente a 100 libras inglesas.

(1) Azara considera que el Paraná es el límite oriental de la rejion salífera; pero he tenido noticias de *salitrales* en la Provincia de Entre Rois.

planos lodosos que cerca de ese lugar solo se elevan unos pocos piés sobre el mar, apénas lo bastante para no ser inundadas, aparecen despues del tiempo seco, mas blancas que despues de una helada gruesa. Despues de las lluvias las sales desaparecen i todos los charcos i pantanos se hacen mui sasalinos; a medida que la superficie se seca, la accion capilar atrae la humedad sobre los pedazos de tierra sueltos, ramas secas i manojos de yerbas donde la sal esflorece. La incrustacion en su mayor espesor no excede de un cuarto de pulgada. M. Parchappe la ha analizado, i encontró que las muestras recojidas en la cabecera del llano bajo, cerca del rio Manuelo, constan de 93% de sulfato de soda i 7 de sal comun; miéntras que las muestras tomadas junto a la costa contienen solo 63% de sulfato i 37 de cloruro de sodio. Esta circunstancia i el hecho constatado de que todo este llano lodoso se ha hallado cubierto por el mar dentro del período reciente, hacen creer que la sal comun, por algun proceso no conocido, se trasformó con el tiempo en sulfato. Hai mucha sustancia calcárea i friable i no debe olvidarse el caso de la aparente doble descomposicion de las conchas i la sal de San Lorenzo.

Las incrustaciones salinas, cerca de Bahía Blanca, no se hallan confinadas a estos terrenos lodosos, aunque son mas abundantes en ellos; porque he visto algunas en un llano calcáreo entre 30 i 40 piés de altura sobre el mar i aun se presentan en pequeñas cantidades en valles mas altos todavia. Algunos terrenos bajos, aluviales, pertenecientes a los valles de los rios Negro i Colorado, se hallan tambien incrustados i en el último de los valles estos espacios manifestaban que eran ocasionalmente inundados por el mar. Observé incrustaciones salinas en algunos de los valles de la Patagonia Austral. En Puerto Deseado, un valle bajo, plano i lodoso, ofrecia incrustaciones mui espesas, en cuyas sales, analizadas por Mr. T. Reeks, se ha encontrado que constan de una mezcla de sulfato i cloruro de sodio con carbonato de cal i materia térrea. En el lado occidental del continente, las costas australes son demasiado húmedas para la produccion de este

fenómeno, pero en el norte de Chile se encuentran de nuevo las mismas incrustaciones. En el lodo endurecido del valle de Copiapó, en las partes mas anchas i planas, se ve la materia salina incrustar el terreno hasta el espesor de algunas pulgadas. Las muestras enviadas por Mr. Ringley a *Apothecaries Hall*, para sus análisis, se dice constaban de carbonato i sulfato de soda. Mucho sulfato de soda se encuentra en el desierto de Atacama. En todas las partes de Sud-América las incrustaciones salinas se presentan mas frecuentemente en las superficies lodosas, húmedas i bajas donde el clima es mas bien seco; i estas superficies han sido solevantadas, en casi todos los casos sobre el nivel del mar, dentro del período reciente.

SALINAS O LAGOS DE SAL DE LA PATAGONIA I LA PLATA

Salinas o lagos de sal naturales se presentan en varias formaciones en el lado oriental del continente en el depósito arcillo-calcáreo de las pampas, en la arenisca del Rio Negro, donde son mui numerosas, en los lechos pumíceos i dunas de la formacion terciaria patagónica i en algunos distritos pequeños, primitivos, en medio de esta última formacion. El puerto San Julian es el punto mas meridional (lat. 49° a 50°) en que se han encontrado estos depósitos (1).

Las depresiones en que se hallan tienen desde unos pocos piés hasta 60 metros de hondura, segun M. d'Orbigny, con relacion a los llanos circundantes; i, segun este último autor, cerca del rio Negro todas cambian de direccion siguiendo líneas del NE. al SO. o de E. a O. las cuales coinciden con el declive jeneral del llano. Estas depresiones tienen jeneralmente un lado mas bajo que los otros, pero no ofrecen

(1) Segun Azara se encuentran salinas tan al norte como en Chaco, (lat. 25°) en las riberas del Bermejo. Las salinas Siberia parece que se encuentran en depresiones mui parecidas a las de la Patagonia.

desagüe. Bajo un clima ménos seco, éste se habria formado pronto i la sal desaparecido. Las salinas se presentan en diversas alturas sobre el mar; tienen a menudo varias leguas de diámetro; son jeneralmente mui bajas i hai una profunda en una formacion cuarzosa cerca de Cerro Blanco. En la estacion húmeda, la sal se disuelve total o parcialmente, depositándose de nuevo durante la estacion seca. Entónces es mui admirable el aspecto blanco nevado de la sal que cristaliza en grandes cubos. En una gran salina al norte del Rio Negro la sal en el fondo, durante todo el año, tiene de 2 a 3 piés de espesor.

El cloruro descansa casi siempre sobre un espeso lecho de arena negra, lodosa, de olor desagradable, que se debe probablemente a la destruccion de los gusanos perforadores que la habitan (1).

En una salina situada como a 15 millas mas arriba de la ciudad de El Cármen en el Rio Negro i 3 o 4 millas de las riberas de ese rio, observé que este lodo negro descansaba sobre grava de cemento calcáreo, análoga a la que se halla estendida sobre todos los llanos circundantes. En Puerto San Julian, el lodo tambien descansaba sobre la grava. Esto manifiesta que las depresiones deben haber sido formadas anteriormente a la diseminacion de la grava o son contemporáneas con ella. Tuve noticias de una pequeña salina que se presenta en un llano aluvial dentro del valle del Rio Negro, cuyo orijen por consiguiente debe haber sido posterior a la escavacion de ese valle. Cuando visité la salina, que se halla a 15 millas sobre la ciudad, la sal empezaba a cristalizar i en el fondo lodoso habia muchos cristales de sulfato de soda (segun Mr. Reeks) i empotrados en el lodo numerosos cristales de sulfato de cal, desde 1 hasta 3 pulgadas de largo: M. d'Orbigny dice que algunos de estos cristales son aciculares i tienen mas de 9 pulgadas de largo; otros son jemelos i de gran pureza; los que encontré contenian todos algo de

(1) El profesor Ehrenberg examinó una muestra de esta arena fangosa pero no encontró en ella ningun infusorio.

arena en sus centros. Como la arena negra i fétida descansa sobre la grava i ésta sobre los estratos terciarios regulares, creo que no debe dudarse que estos notables cristales de sulfato de cal han sido depositados por las aguas del lago. Los habitantes llaman a los cristales de selenita «padre de la sal» i a los de sulfato de soda «madre de la sal»; me aseguraron que ámbos se encuentran bajo las mismas circunstancias en varias de las salinas próximas; i que el sulfato de soda se disuelve anualmente i cristaliza siempre ántes que la sal comun en el fondo lodoso (1).

La asociacion del yeso i la sal en este caso, así como en los depósitos superficiales de Iquique, me parece interesante considerando cuán jeneral es la asociacion de estas sustancias en las formaciones mas antiguas estratificadas. Mr. Reeks ha analizado a solicitud mia algunas muestras de la sal de la salina de cerca del Rio Negro i la encontró compuesta enteramente de cloruro de sodio, con escepcion de 0,26 de sulfato de cal i 0,22 de materia térrea; no habia señales de sales yódicas. Parte de la sal de la salina Chiquitos, en la formacion Pampeana, es igualmente pura. Es un hecho singular que la sal de estas salinas no sirve para conservar la carne tan bien como la sal marina del Cabo de las Islas Verdes; i un comerciante de Buenos Aires me dijo que la consideraba en un 50% de ménos valor.

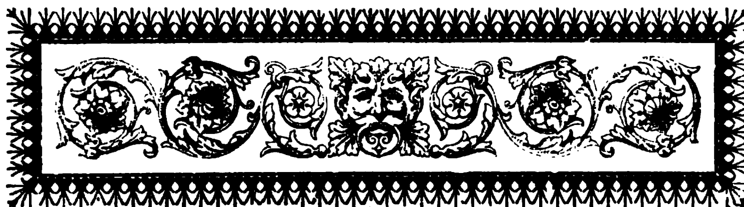
La pureza de la sal Patagónica o la ausencia de los cuerpos salinos del agua del mar es la única causa asignable de esta inferioridad; conclusion que concuerda con el hecho últimamente constatado que las sales que conservan mejor el queso son las que contienen mas cloruros delicuescentes (2)

(1) Los comerciantes de Buenos Aires (considerando el gran consumo de sal para conservar la carne) importan los cloruros delicuescentes para mezclarlos con la sal de las salinas. Debo llamar la atencion al hecho de que en Iquique una gran cantidad del cloruro de cal, que queda en las *aguas madres* durante la elaboracion del nitrato de soda, se bota anualmente.

(2) Es lo que debe esperarse: porque M. Ballard asegura que el sulfato de soda se precipita de sus soluciones mas fácilmente cuando el agua contiene cloruro de sodio en exceso que cuando es pura.

Con respecto al oríjen de la sal en las salinas, los anteriores análisis parecen oponerse a la opinion presentada por M. d'Orbigny i otros, i que parece tan probable considerando la elevacion reciente de esta línea de costa, a saber, que es debida a la evaporacion del agua del mar i al lavado de los estratos circundantes impregnados de sal marina. Supe (aunque no constaté el caso) que en el lado norte de la salina del Rio Negro habia una pequeña fuente salada que fluia todo el año. Si esto fuese cierto, la sal en este caso, por lo ménos, seria probablemente de oríjen subterráneo. Es mui estraño sin duda que pueda obtenerse agua dulce en los pozos i que a veces se encuentre en pequeños lagos mui próximos a estas salinas.

No sé hasta qué punto se relacione este hecho con el oríjen de la sal; pero sin duda se opone a la opinion de que la sal haya sido estraida de los estratos superficiales circundantes, aunque no a que su oríjen se deba al resíduo del agua del mar que quedó en las depresiones, a medida que la tierra emerjía lentamente.



CAPITULO IV

Sobre las formaciones de las pampas

La formacion pampeana es mui interesante por su vasta estension, su orijen discutido i el gran número de estinguidos mamíferos jigantescos que contiene. Presenta en su totalidad un carácter mui uniforme: consta de una tierra o lodo arcilloso, lijeramente endurecido, mas o ménos rojizo-oscuro que encierra con frecuencia concreciones margosas en líneas horizontales i pasa a una roca margosa compacta. Este lodo, aun el que rodea las concreciones, no contiene carbonato de cal. Estas son jeneralmente nodulares, a veces ásperas esteriormente, a veces estalactiformes; de una estructura compacta i a menudo penetradas (como el lodo) por cavidades capilares, serpentinas i a veces por grietas irregulares en su centro, tapizadas por pequeños cristales de carbonato de cal. Tienen colores blancos, pardo o rosado claro i manganeso dendrítico negro o hierro; son mas oscuras o mas claras que la masa circundante; contienen mucho carbonato de cal, pero exalan un fuerte olor aluminoso i dejan, cuando se disuelven en un ácido, un gran resíduo en su mayor parte de are-

na. Estas concreciones se unen a menudo formando estratos irregulares i sobre espacios inmensos toda la masa consta de una roca margosa, dura, aunque jeneralmente cavernosa, algunas de cuyas variedades pueden llamarse tobas calcáreas.

El doctor Carpenter ha examinado microscópicamente algunos ejemplares de estas concreciones i de la roca margosa o marga sólida, recojidas en varios lugares entre el Colorado i Santa Fé de Bajada. En el mayor número halló que toda la sustancia presenta un carácter amorfo, casi uniforme, pero con señales de una metamórfosis cristalina, incipiente.

En otros ejemplares encontró pequeñas concreciones redondeadas, microscópicas, de una sustancia amorfa (análogas en tamaño a las de las rocas oolíticas, pero sin una estructura concéntrica) unidas por un cemento a menudo cristalino. En algunos logró percibir algunos vestijios distintos de conchas, corales, Polythalamia, i raramente de cuerpos esponjoides. Le envié algunas muestras de la roca calcárea de Coquimbo, formada principalmente de fragmentos de conchas recientes. En uno de estos ejemplares encontró ademas de los fragmentos citados, partículas microscópicas de conchas i una variada cantidad de materia amorfa, opaca. En otro ejemplar del mismo lecho, el todo se componia de esta materia amorfa con capas que indicaban una incipiente metamorfósis cristalina. Estos últimos ejemplares, en la apariencia esterior i en la estructura microscópica, se asemejan estrechamente a los de las Pampas. El doctor Carpenter me dice que es bien sabido que la precipitacion química produce carbonato de cal al estado amorfo i opaco; i que se inclina a creer que la atricion prolongada de un cuerpo calcáreo en un estado de agregacion cristalina o semi-cristalina (como es el caso de las conchas ordinarias de los Moluscos que laminadas son trasparentes) puede dar el mismo resultado. Por las íntimas relaciones de todos los ejemplares de Coquimbo, apénas se debe dudar que el carbonato de cal amorfo de ellos ha provenido de la atricion i destruccion de los fragmentos mas grandes de las conchas. Respecto a la ma-

teria amorfa de las rocas margosas de las pampas, seria aventurado establecer que se ha producido de una manera análoga.

Designaré con el nombre de tosca la roca margosa, nombre con que se le conoce localmente; i con el de lodo pampeano a la tierra rojiza-arcillosa. Esta última ha sido examinada a solicitud mia por el profesor Ehremberg, i mas adelante se dará el resultado de su exámen. Empezaré por Buenos Aires, siguiendo hácia el sur hasta el límite estremo del depósito. volviendo en seguida al norte. El llano en que se halla Buenos Aires tiene de 30 a 40 piés de altura. El lodo pampeano presenta un color mas bien pálido i encierra pequeños nódulos casi blancos i estratos irregulares de una variedad de tosca arenosa no comun. La tosca se ha encontrado a 70 piés de hondura i en varios puntos a 100 piés. Se han encontrado así mismo lechos de arena. He dado ya una lista de las conchas marinas recientes i de estuario que se presentan en muchas partes en la superficie cerca de Buenos Aires, hasta 3 i 4 leguas del Plata. Algunos ejemplares de cerca de la Ensenada que me fueron dados por Sir W. Parish, donde la roca aparece inmediatamente debajo de la superficie del llano, constan de bivalvas trituradas, cementadas i convertidas en carbonato de cal cristalino blanco. He citado anteriormente, en el capitulo primero, un ejemplar que tambien me dió Sir W. Parish, del Arroyo de Tristan en el cual las conchas, asemejándose en todos respectos a la Azara labiata d'Orbigny en cuanto su condicion de desgaste permitia compararlas. se hallan enterradas en una roca margosa, rojiza i blanda. Despues de atenta comparacion, con ayuda del microscopio i ácidos, no me fué posible percibir ninguna diferencia entre las bases de esta roca i los ejemplares recojidos por mi en muchas partes de la Pampa. He manifestado tambien que segun Sir W. Parish, al norte de Buenos Aires, en las partes mas altas del llano, cerca de 40 piés sobre el Plata i 2 a 3 millas de él, numerosas conchas de la Azara labiata i segun creo de la Venus sinuosa se presentan enterradas en una masa estratificada, terrosa, que encierra pequeñas con-

creciones margosas i que, segun se dice, se asemeja mucho al gran depósito pampeano. Esto manifiesta que el lodo de las pampas continuó depositándose dentro del periodo de estas conchas existentes. Aunque esta formacion es de tan inmensa estension no sé que haya otro caso en que se presenten conchas en ella.

Buenos Aires, hasta el rio Colorado—Con escepcion de unos pocos cordones metamórficos, la rejion entre estos dos puntos, una distancia de 400 millas jeográficas, pertenece a la formacion pampeana i la parte sur se halla formada jeneralmente por las variedades mas duras i calcáreas. Describiré brevemente mi itinerario. Cerca de 35 millas al SSO. de la capital, constaté en un pozo de 40 yardas de hondura que la parte superior i, como se me aseguró, todo su espesor se hallaba formado de lodo pampeano rojo oscuro sin concreciones. Al norte del Rio Salado habia muchos lagos i en las riberas de uno de ellos, cerca de la Guardia, encontré un pequeño barranco compuesto del mismo lodo pero con muchas concreciones nodulares i estalactiformes. Encontré aquí un gran pedazo de concha o armadura, semejante a la del Glyptodon i muchos fragmentos de huesos. Los barrancos del Salado constan de lodo pampeano de color claro que encierra grandes masas de tosca i pasa a ella. Se encontró aquí un esqueleto del Megaterio i los huesos de otros estinguidos cuadrúpedos (véase la lista al fin del capítulo). En los barrancos de este rio se presentan grandes cantidades de yeso cristalizado, del que obtuve algunas muestras e igualmente (como me lo aseguró el señor Lumb) se encuentran en el lodo pampeano en el rio Chuelo, a 7 leguas de Buenos Aires. Cito este hecho porque M. d'Orbigny hace mucho incapié en la supuesta ausencia de este mineral en la formacion pampeana.

Al sur del Salado el distrito es bajo i pantanoso, con tosca que aparece a largos intervalos en la superficie. En las riberas, sin embargo, del Tapalguen (60 millas al sur del Salado) hai un gran espacio de tosca, en partes mui compacta i aun semi-cristalina, que descansa sobre el lodo pampeano claro

con las concreciones comunes; 30 millas mas al sur el pequeño cordon cuarzoso de Tapalguen, se halla franjeado en sus flancos norte i sur por colinas de tosca pequeñas, estrechas o mesetas que se hallan a mayor altura que el llano circundante. Entre este cordon i la sierra de Guitru-gueyu, una distancia de 60 millas, el terreno es pantanoso i sólo aparece la tosca en cuatro o cinco puntos. Esta sierra, precisamente semejante a la de Tapalguen, se halla circundada por pequeñas colinas de tosca, horizontales, a menudo barrancosas, mas altas que el llano circundante. Pueden verse tambien algunos bancos estensos i nivelados de *alluvium* o detritus de las rocas vecinas metamórficas; pero olvidé observar si era estratificado. Entre Guitru-gueyu i la Sierra Ventana, crucé un llano de tosca, mas alto que la rejion ya atravesada, estéril i con pequeños restos de una meseta denudada de la misma formacion, que se hallan todavia a mayor altura.

Los lechos margosos o calcáreos no sólo suben casi horizontalmente hasta el pié norte i sur de las grandes montañas cuarzosas de la Sierra Ventana, sino que se interponen entre los cordones paralelos. Los lechos superficiales (porque no me fué posible obtener secciones de mas de 20 piés de hondura) conservan hasta cerca de las montañas su carácter comun. El lecho superior, sin embargo, encerraba en un lugar algunos guijarros de cuarzo i descansaba sobre una masa de detritus de la misma roca. Al mismo pié de las montañas habia algunas pocas acumulaciones detríticas de cuarzo i tosca que encerraban conchas terrestres; pero a la distancia solamente de media milla de estas montañas empinadas, abruptas i desgastadas, no pude encontrar, con gran sorpresa, ni un solo guijarro en la superficie ilimitada del llano calcáreo. Sin embargo, algunos guijarros de cuarzo de considerable tamaño han sido trasportados en algun período anterior a una distancia de entre 40 a 50 millas, hasta las costas de Bahía Blanca (1).

(1) Schmidtmeyer manifiesta que encontró primeramente en la Pampa pequeñísimos pedazos de granito rojo, a 50 millas de distancia de la estre-

El pico mas alto de la Sierra Ventana es, segun el capitan Fitzroy, de 3,340 pies i el llano calcáreo a su pié (segun observaciones tomadas por algunos oficiales españoles) de 840 pies sobre el nivel del mar. En los flancos de las montañas, a una altura de 300 a 400 piés sobre el llano, habia unos pocos pequeños manchones de conglomerado brecha, firmemente adheridos por materia ferrujinosa a la cara abrupta i desgastada del cuarzo, vestijios inequívocos de una antigua accion del mar. El llano alto que rodea este cordon desciende casi insensiblemente a la vista en todas direcciones, escepto hácia el norte, donde su superficie se halla cortada por barrancos bajos. Alrededor de las Sierras de Tapalguen, Guitru-gueyu i entre la última i la Ventana, hemos visto (i lo veremos alrededor de algunos cerros en el Uruguay) que la tosca forma colinas o mesetas barrancosas mas altas que los llanos circundantes, de composicion semejante. Por la estratificacion horizontal i por el aspecto de los barrancos accidentados, la altura mayor de la formacion Pampeana, alrededor de estos cerros primitivos, no debe atribuirse principalmente a un solevantamiento mas enérjico de estos puntos que la rejion circundante, sino a que el lodo arcillo-calcáreo debe haberse acumulado a su alrededor cuando existian a manera de islotes o rocas submarinas, hasta una altura mayor que la del fondo del mar adyacente; los barrancos habiendo sido escavados subsiguientemente, durante la elevacion de toda la rejion en masa. Al sur de la Ventana, el llano se estiende mas allá del alcance de la vista; su superficie no es mui nivelada, ofreciendo lijeras depresiones que no tienen salida; se halla jeneralmente cubierta por una capa de tierra arenosa, de unos pocos piés de espesor; i en algunos lugares, segun M. Parchappe, por lechos de arcilla de 2 yardas de espesor.

En las riberas del Sauce, 4 leguas al SE. de la Ventana, hai una seccion imperfecta, de cerca de 200 piés de altura

---

midad sur de las montañas de Córdova, que se proyectan en el llano, como arrecifes en el mar.

que ofrece en su parte superior tosca i en la inferior lodo rojo pampeano. En Bahía Blanca, el llano superior se halla compuesto de tosca mui compacta, estratificada, que contiene granos redondeados de cuarzo, distinguibles a la simple vista. El llano inferior, en el cual se hallan los fuertes, consta, segun M. Parchappe, de tosca sólida; pero las secciones que yo examiné se presentaban como una masa de esta roca que hubiese sido nuevamente depositada, con pequeños guijarros, i fragmentos de cuarzo. Volveré en seguida a las secciones importantes de las costas de Bahía Blanca; 20 millas al sur de este lugar, hai un notable cordon que se estiende O. 10° N. a E. 10° S., formado por pequeñas mesetas separadas i abruptas que se elevan entre 100 i 200 piés sobre el llano pampeano en su base sur, llano que es un poco mas bajo que el del norte. El estrato superior de este cordon consta de tosca compacta, mui calcárea, pálida, que descansa (como se vé en un sitio) sobre lodo pampeano rojizo, i éste a su vez sobre una especie mas pálida. Al pié del cordon existe un pozo abierto en el lodo o arcilla rojiza. No he visto otro ejemplo de una cadena de cerros perteneciente a la formacion pampeana; i como los estratos no presentan señales de perturbacion i la direccion del cordon es la misma que es comun a todas las líneas metamórficas de toda esta área, creo que el sedimento pampeano ha sido acumulado, en este caso, sobre un cordon de rocas duras, i no (como en el caso de las sierras mencionadas) solo alrededor de sus flancos submarinos. Al sur de esta pequeña cadena de tosca se estiende un llano de lodo pampeano hasta los ribazos del Colorado. En su mitad un pozo ha sido abierto en el lodo rojizo pampeano, que se halla cubierto por una capa de 2 piés de tosca blanca, blanda, mui calcárea, sobre la cual descansa un banco de arena de 3 piés de espesor con pequeños guijarros. Esta es la primera aparicion de la gran formacion de guijarros descrita en el capítulo primero. En el primer corte despues de cruzar el Colorado se encuentra una formacion terciaria antigua, a saber, la arenisca del Rio Negro (que será descrita en el capítulo siguiente); pero por las relaciones que me

hicieron los *Gauchos*, creo que desde la boca del Colorado la formacion pampeana se estiende un poco al sur.

Bahía Blanca.—Volvamos a los costas de esta bahia. En Monte Hermoso hai una buena seccion, como de 100 piés de altura, de cuatro diversos estratos que aparecen a la vista horizontales, pero que engruesan un poco hácia el NO. El lecho superior, de cerca de 20 piés de espesor, consta de arenisca blanda, laminada oblicuamente, incluyendo muchos guijarros de cuarzo i que afecta en la superficie la forma de arena suelta. El segundo lecho, de sólo 6 pulgadas de espesor, es una arenisca dura, de color oscuro. El tercero es lodo pampeano, color pálido; i el cuarto, de la misma naturaleza, pero de un color mas oscuro, incluyendo en su parte inferior lechos horizontales i líneas de concreciones de tosca algo rosada i no mui compacta. El fondo del mar, debo agregar, se encontró, a una distancia de varias millas de la costa, i a una profundidad de entre 60 i 100 piés, que se componia de tosca i lodo pampeano rojizo. El profesor Ehremberg, a solicitud mia, ha examinado algunos ejemplares de los dos lechos inferiores i encontró en ellos tres Poligástricos i seis Fitolitarios (1), de los cuales sólo uno, (Spongolithis Fustis) es una forma marina; cinco son idénticos a las estructuras microscópicas de orijen de agua salobre, que se mencionarán mas adelante, que forman un punto central en la formacion pampeana. En estos dos lechos, especialmente en el inferior, i en una pequeña estension de los barrancos, se presenta un gran

---

(1) Son los siguientes:

Poligástricos
Fragilaria rhabdosoma
Gallonella distans
Pinnularia?
Fitolitarios
Lithostylidium rude
id. Serra
Spongolithis Fustis
Lithodontium Bursa.
id. furcatum
Lithostylidium exesum.

número de huesos de mamíferos estinguidos, algunos enterrados en sus propias relativas posiciones. Estos restos constaban: 1.º de la cabeza del *Ctenomys antiquus*, relacionado con el *C. Brasiliensis* viviente; 2.º un fragmento de los restos de un roedor; 3.º un diente molar i otros huesos de un gran roedor, estrechamente relacionado con las especies existentes de Hydrochœrus, aunque distinto, i por consiguiente probablemente un habitante de agua dulce; 4.º i 5.º porciones de vértebras, estremidades, costillas i otros huesos de dos roedores; 6.º hueso de las estremidades de algun gran cuadrúpedo megateroide. El número de los restos de roedores da a esta coleccion un carácter peculiar, comparada con las de cualquiera otra localidad. Todos estos huesos son compactos i pesados; muchos se hallan teñidos de rojo, con sus superficies pulimentadas i algunos de los mas pequeños son tan negros como azabache.

Monte Hermoso se halla entre 50 i 60 millas de distancia al SE. de la Ventana, i el espacio intermedio se eleva lijeramente hácia ella i consta en su totalidad de la formacion pampeana. ¿Qué relacion, entónces, tienen estos lechos, al nivel del mar i debajo de él, con los de los flancos de la Ventana que se hallan a la altura de 840 piés i de los flancos de las otras sierras vecinas que, por las razones ya espuestas no parece que deban su mayor altura a desigual elevacion? Cuando la tosca se acumuló alrededor de la Ventana i cuando, a escepcion de unas pocas islas primitivas, pequeñas i abruptas, todos los anchos llanos circundantes se hallaban bajo el agua ¿acaso se estaban depositando los estratos de Monte Hermoso en el fondo de un gran océano, entre 800 i 1,000 piés de profundidad? Es dudoso, porque en tal caso las osamentas casi enteras de los varios pequeños roedores, cuyos restos son tan numerosos en tan limitado espacio, deben haber sido arrastrados hasta el lugar en que se encuentran desde una distancia de muchos cientos de millas. Me parece mucho mas probable que durante el período pampeano toda esta área haya comenzado a elevarse lentamente (i en los barrancos que existen a varias diferentes alturas tenemos

pruebas de que la tierra se ha hallado espuesta a la accion del mar en varios niveles) habiéndose formado así tierras de sedimento pampeano alrededor de la Ventana i demas cordones primitivos, en los cuales vivieron los varios roedores i cuadrúpedos: un arroyo, (en el cual vivió quizas el estinguido acuático Hydrochœrus) arrastró sus cuerpos al mar adyacente, en el cual el lodo panpeano continuó depositándose desde el norte. A medida que la elevacion continuó, parece que esta fuente de sedimento se agotó, i en su lugar los torrentes arrastraron arena i guijarros, que se depositaron concordantemente sobre los estratos pampeanos.

Punta Alta se halla situada como a 30 millas mas arriba, en el lado norte de esta misma bahía. Consta de un pequeño llano entre 20 i 30 piés de altura, cortado en la costa por una linea de barrancos bajos de cerca de 1 milla de largo. Véase figura adjunta, escala vertical necesariamente mui aumentada.



Fig 15

Seccion de los lechos con conchas recientes i mamíferos estinguidos en Punta Alta de Bahía Blanca.

El lecho inferior A es mas estenso que los superiores; consta de grava estratificada o conglomerado cementado por materia calcáreo-arenácea, i se halla dividida por capas curvilineas de marga algo rosada, algunas de las cuales son semejantes precisamente a tosca i algunas mas arenosas. Estos lechos son curvilíneos debido a la accion de las corrientes i buzan en diferentes direcciones; encierran un número estraordinario de huesos de mamíferos jigantescos i muchas conchas. Los guijarros son de considerable tamaño. de arenisca dura i de cuarzo, semejantes al de la Ventana, Se ven así mismo algunas masas de tosca bien redondeadas.

El segundo lecho B tiene cerca de 15 piés de espesor pero hácia ámbas estremidades del barranco (no incluidas en la figura) desaparece o pasa insensiblemente a un lecho de grava superpuesto. Consta de lodo rojo arcilloso, flexible, con pequeñas cavidades lineares; se halla marcado con déviles tintas horizontales i encierra unos pocos guijarros i raramente pequeñas partículas de conchas. En un sitio se encontraron en él la concha o carapacho i unos pocos huesos de un cuadrúpedo Dasypoide. Este lodo llena completamente las hendiduras i desigualdades de la grava subyacente. Con escepcion de unos pocos guijarros i partículas de conchas, este lecho se asemeja al lodo pampeano verdadero; pero se asemeja mas todavia a los terrenos o espacios planos arcillosos (citados en el capítulo primero) que separan los cordones paralelos de las dunas, que han sido elevados sucesivamente.

El lecho C es de grava estratificada, semejante al mas inferior; llena completamente las hendiduras o depresiones del lodo rojo subyacente con el que alterna i al que pasa a veces insensiblemente. A medida que este lodo desaparece disminuyendo de espesor, esta grava superior engruesa. Las conchas son mas numerosas en él que en la grava inferior; pero los huesos son ménos numerosos. En una parte, sin embargo, donde tenia lugar este tránsito entre la grava i el lodo rojo, encontré varios huesos i la cabeza casi entera del Megaterio Algunas de las grandes Volutas, aunque enterradas en el lecho de grava C, se hallaban llenas del lodo rojo, incluyendo un gran número de la pequeña i reciente *Paludestrina australis*. Estos tres lechos inferiores se hallan coronados por un banco discordante D, de tierra arenosa estratificada que encierra muchos guijarros de cuarzo, pómes i fonolita i conchas terrestres i marinas.

M. d'Orbigny ha denominado, a solicitud mia, las veinte especies de moluscos que se hallan enterradas en los dos lechos de grava, i son los siguientes:

1. Volutella angulata, d'Orbigny.
2. Voluta Braziliana, Sol.

3. Olicancilleria Braziliensis, d'Orbigny.
4. » auricularia, id.
5. Olivina puelchana, id.
6. Buccinanops cochlidium, id.
7. » globulosum, id.
8. Colombella sertulariarum, id.
9. Trochus patagonicus i variedades, id.
10. Paludestrina australis, id.
11. Fissurella Patagonica, id.
12. Crepidula muricata, Lam.
13. Venus purpurata, id.
14. » rostrata, Phillippi.
15. Mytilus Darwinianus, d'Orbigny.
16. Nucula semiornata, id.
17. Cardita Patagonica, id.
18. Corbula » ?, id.
19. Pecten tethuelchus, id.
20. Ostrea puelchana, id.
21. Una especie viviente de Balanus.

22 i 23, Una Astrea i una Flustra incrustante, aparentemente idéntica con especies actualmente vivas en la bahia.

Todas estas conchas viven actualmente en la costa, i muchas de ellas en esta misma bahía. Mucho me sorprendió el hecho de que el número proporcional de las diferentes especies aparecia ser el mismo de las que se encuentran en la costa. En ámbos casos, los ejemplares de Voluta, Crepidula, Vénus i Trochus son los mas abundantes. Cuatro o cinco de las especies son las mismas de las conchas solevantadas en las Pampas, cerca de Buenos Aires. Todos los ejemplares tienen una apariencia mui antigua i blanqueada (1) i no emiten, cuando se les calienta, ningun olor animal. Algunos se hallan trasformados totalmente en una sustancia fibrosa, blanca i blanda; otros tienen el espacio entre las paredes

(1) Un Bulinus, a que se hace mencion en «Los mamíferos fósiles», de la *Zoolojia del viaje del Beagle* presentaba un aspecto mucho mas reciente que las especies marinas, por lo que supongo debe haber caido casualmente entre los otros i equivocadamente recojido.

esteriores vacío o lleno completamente de carbonato de cal cristalino.

Los restos de los mamíferos estinguidos de los dos lechos de grava, han sido descritos por el profesor Owen en la *Zoolojía del viaje del Beagle.* Constan: 1.º de una cabeza casi completa i tres fragmentos de cabeza del *Megatherium Cuvierii;* 2.º de una mandíbula inferior del *Megalonyx Jeffersonii:* 3.º una mandíbula inferior del *Mylodon Darwinii;* 4.º fragmentos de la cabeza de un jigantesco cuadrúpedo desdentado; 5.º un esqueleto casi entero del gran *Scelidotherium leptocephalum.* Todas las piezas de este esqueleto se hallaban en sus propias i relativas posiciones, incluyendo la cabeza, vértebras, costillas, una de las estremidades hasta el hueso de la uña i aun la rótula, como lo observa el profesor Owen; 6.º fragmentos de la mandíbula i un diente suelto de un Toxodon perteneciente al *T. Platensis* o a una segunda especie últimamente descubierta cerca de Buenos Aires; 7.º un diente de *Equus curvidens;* 8.º un diente de un paquidermo mui próximo al Paleoterio (Palaeotterium) del que se ha enviado últimamente algunas partes de la cabeza desde Buenos Aires al Museo Británico; con toda probabilidad este paquidermo es idéntico con el *Macrauchenia Patagonica* del Puerto San Julian, de que hablaremos mas adelante. Por último i 9.º en un barranco del lecho rojo, arcilloso B habia una doble pieza, como de 3 piés de largo i 2 de ancho, de la concha o armadura ósea de un gran cuadrúpedo Dasypoide, cuyos lados habian sido comprimidos o doblados. Como el barranco se halla ahora desmoronándose rápidamente, este fósil probablemente se halló ántes mas completo. De entre los lados plegados, estraje las falanjes media i terminal reunidas juntas, de uno de los piés e igualmente una falanje suelta. Esto manifiesta que uno o mas de los miembros deben haberse hallado adheridos a la caja dérmica cuando ésta fué sepultada. Ademas de estos restos, que se hallaban en una condicion determinable, habia muchísimos huesos sueltos; el mayor número en un espacio de 200 yardas cuadradas. La preponderancia de los cuadrúpedos des-

dontados es notable; como lo es, en contraste con los lechos de Monte Hermoso, la ausencia de los roedores.

La mayor parte de los huesos se presentan actualmente desmoronadizos i friables i, como las conchas, no despiden olor animal cuando se les calcina. Su estado de destruccion puede deberse en parte a su última esposicion al aire i a la accion de las mareas. Picos, Sérpulas i Coralinas se encuentra adheridas a muchos de ellos, pero olvidé observar si estos deben haber crecido en ellos desde que fueron espuestos a la presente accion de las mareas; aunque creo que alguno de los picos deben haberse desarrollado en el Scelidotherium, poco despues de haberse depositado i ántes de haber sido totalmente *cubierto* por la grava. Ademas de los restos que se hallan en la condicion ya descrita, encontré un fragmento de hueso, mui rodado i tan negro como azabache, asemejándose así completamente a algunos de los restos de Monte Hermoso.

Muchísimos de los huesos han sido rotos, desgastados i rodados ántes de ser sepultados. Otros, i aun algunos de los de las porciones mas gruesas del ahora duro conglomerado, conservan todavía todas sus prominencias mas pequeñas en perfecto estado, lo que hace creer que se hallaron probablemente protejidos por la piel, los músculos o ligamentos cuando fueron sepultados. Respecto al caso del *Scelidotherium* es enteramente cierto que todo el esqueleto se halló unido por sus ligamentos, cuando fué depositado en la grava en que lo encontré.

Algunas vértebras cervicales i un húmero del tamaño correspondiente se encontraron tan juntos, así como algunas costillas i los huesos de una pierna, que creo que orijinalmente deben haber pertenecido a dos esqueletos i no haber sido rodados o envueltos individualmente; pero como estos restos eran aquí mui numerosos, no presté a estos dos casos una atencion mas detenida. Acabamos de ver que la armadura o concha de un cuadrúpedo Dasypoide se encontró sepultada junto con algunos de los huesos del pié.

El profesor Ehremberg ha examinado, a solicitud mia, al-

gunos ejemplares de la materia mas fina que se encuentra en contacto con los restos de estos mamíferos i encontró en ellos dos Poligástricos, decididamente formas marinas; i seis Fitolitarios, de los cuales uno es probablemente marino i los demas de agua dulce o de oríjen terrestre (1).

Sólo uno de estos miscroscópicos cuerpos es comun con los nueve de Monte Hermoso; pero cinco de ellos lo son con los del lodo pampeano de las riberas del Paraná. La presencia de infusorios de agua dulce, si se tiene presente la aridez de la rejion circundante, es aquí mui notable. La esplicacion mas probable parece ser que estos miscroscópicos organismos fueron derivados de la gran formacion pampeana adyacente, durante su denudacion i despues de haber sido depositada nuevamente.

Veamos ahora qué conclusiones pueden deducirse de los hechos que acabamos de detallar. Es cierto que los lechos de grava i el lodo rojo intermedio fueron depositados dentro del período en que las especies existentes de moluscos tenian respectivamente casi las mismas proporciones relativas que en la costa actual. Estos lechos, por el número de especies litorales que contienen, deben haberse acumulado en aguas de poco fondo; pero nó en una playa, a juzgar por la estratificacion de la grava i de los lechos de marga. Teniendo presente la circunstancia de que la arcilla roja llena las desigualdades o depresiones de la grava subyacente, i es ella misma en algunas partes cubierta en esta forma por la grava superpuesta, miéntras en otras pasa insensiblemente a

(1) La lista es la siguiente:
Poligástricos:
Gallionella sulcata
Stauroptera aspera? fragmento
Fitolitarios:
Lithasteriscus tuberculatus
Lithostylidium clepsammidium
Lithostylidium quadratum
» rude
» unidentatum
Spongolithis acicularis.

esta grava superior o alterna con ella, podemos inferir que ha habido varios cambios locales en las corrientes, producidos quizas por cambios lijeros de elevacion o descenso del nivel del terreno. La elevacion de estos lechos, a cuyo período pertenece la capa aluvial con guijarros de pomez i conchas terrestres i marinas, formó el llano de Punta Alta, de 20 a 30 piés de altura. En este contorno hai otros llanos mas altos, de oríjen marino, i líneas de barrancos escavados en la formacion pampeana por la accion denudatoria de las olas, a diferentes niveles. Esto nos esplica fácilmente la presencia de masas de tosca redondeadas, en estos llanos mas bajos; e igualmente la presencia del fragmento rodado de hueso negro si se considera que los barrancos de Monte Hermoso con sus restos de mamíferos, están a un nivel mas alto. Es posible que algunos de los otros huesos mui rodados, tengan la misma procedencia, aunque sólo vi un fracmento en la misma condicion que los de Monte Hermoso.

M. d'Orbigny ha sujerido que todos estos restos de mamíferos deben haber sido estraidos de la formacion pampeana i en seguida, depositados de nuevo, junto con las conchas recientes. Indudablemente es un hecho admirable que estos numerosos cuadrúpedos jigantescos, pertenecientes a siete jéneros estinguidos, con escepcion del Equus curvidens, i uno, a saber, el Toxodon, que no pertenece a ninguna familia existente, hayan coexistido con Moluscos cuyas especies viven todas actualmente; pero análogos hechos han sido observados en Norte América i Europa. En primer lugar, es indudable que muchas de las conchas sepultadas tienen un aspecto mas antiguo i alterado que los huesos. En segundo lugar ¿es probable que numerosos huesos, que no han sido endurecidos por la sílice u otro mineral, hayan podido conservar intactas sus delicadas prominencias i superficies, si hubiesen sido estraidos de un depósito i sepultados nuevamente en otro? Tanto mas cuanto que este último depósito es formado por grandes i duros guijarros, dispuestos por la accion de las corrientes, en aguas no profundas, en lechos diversamente inclinados. Los huesos que se hallan ahora en

tan perfecto estado de conservacion, deben haber sido sepultados, segun creo, en estado fresco e intactos i probablemente protejidos por la piel, los músculos o ligamentos. El esqueleto del Scelidotherium indiscutiblemente fué depositado entero. ¿Podria creerse que en seguida fué estraido del molde en que yacia en su antiguo lecho de grava (completamente diferente en carácter de la formacion pampeana) i sepultado de nuevo en otro lecho (hablo despues de cuidadosa comparacion) de la misma especie exacta de guijarros i del mismo cemento? No haré alto en los dos casos de las varias costillas i huesos de las estremidades, que han sido sepultados conjuntamente en su propia posicion relativa.

Pero nadie se atraverá a firmar que es posible que una pieza de la delgada concha ornamentada de un cuadrúpedo Dasypoide, de 3 piés de largo i 2 de ancho por lo ménos, i actualmente tan blando que no pude con el mayor cuidado estraer un fragmento de mas de 2 o 3 pulgadas cuadradas, haya podido ser arrancada de un lecho i sepultado nuevamente en otro, junto con algunos de los pequeñes huesos del pié, sin haber sido reducida a polvo. Debemos entónces no aceptar la hipótesis de M. d'Orbigny i admitir como cierto que el Scelidotherium, el gran cuadrúpedo Dasypoide, i como es mui probable, el Toxodon, el Megaterio, etc., algunos de cuyos huesos se conservan perfectamente, fueron sepultados primitivamente i en una condicion fresca, en los estratos en que fueron encontrados. Estos cuadrúpedos jigantescos, de consiguiente, aunque pertenecientes a jéneros i familias estinguidas, coexistieron con los veinte moluscos ya enumerados, el Balano i los dos Corales que viven actualmente en esta costa. En vista del fragmento rodado de hueso negro, i porque el llano de Punta Alta se halla a menor altura que el de Monte Hermoso, podemos concluir que los depósitos vastos i sublitorales de Punta Alta son de oríjen subsiguiente al del lodo pampeano de Monte Hermoso, i los lechos de este último lugar, como hemos visto, son probablemente de oríjen subsiguiente al del alto llano de tosca que rodea la Sierra Ventana. Al terminar este capítulo volvere-

mos a ocuparnos en la consideracion de estos varios pisos de la gran formacion pampeana.

Buenos Aires hasta Santa Fé de bajada, en Entre Rios.—En alguna estension al norte de Buenos Aires, el escarpe de la formacion pámpeana no se aproxima hasta mui cerca del Plata i se halla oculto por la vejetacion. Pero en algunos cortes en las riberas de los rios Lujan Areco i Arrecifes, observé las dos clases de lodo pampeano, el pálido i el rojizo-oscuro, con pequeñas concreciones blanquecinas de tosca En todos estos lugares se han encontrado restos de mamíferos. En los barrancos del Paraná, en San Nicolas, el lodo pampeano no contiene sino poca tosca; aquí M. d'Orbigny encontró los restos de dos roedores (*Ctenomys Bonariensis i Kerodon Antiquus*) i la mandíbula de un Canis.

Desde el rio pude claramente distinguir en esta hermosa línea de barrancos «líneas horizontales de variadas tintas i compacidad» (1).

El llano al norte de este punto es mui nivelado, pero con algunas depresiones i lagos; calculé su altura en 40 a 60 piés sobre el Paraná. En el Arroyo Medio, el lodo pampeano rojo intenso apénas si contiene algo de tosca; miéntras a una corta distancia la corriente del Pabon forma una cascada, de cerca de 20 piés de altura, sobre una masa cavernosa de las dos variedades de esta roca; una de las cuales es mui compacta i semi-cristalina, con pequeñas capas de carbonato de cal cristalizado. Análogas variedades compactas se encuentran en el Saladillo i el Seco. La absoluta identidad (segun mis ejemplares) entre algunas de estas variedades i las de Tapalguen i del cordon sur de Bahía Blanca, una distancia de 400 millas de latitud, es mui asombrosa.

En el Rosario no hai sino poca tosca. Cerca de este lugar encontré por la primera vez en el borde del rio vestijios de una formacion subyacente que, 25 millas mas arriba en la

---

(1) Cito estas palabras de mi libro de apuntes, por haber sido escritas en el mismo lugar, con referencia a la ausencia jeneral de estratificacion de la formacion pampeana, punto sobre que insiste M. d'Orbigny como una prueba del oríjen diluvial de este gran depósito.

estancia del Gorodona, consta de una arcilla amarillo-claro que abunda en cilindros concrecionarios de una arenisca ferrujinosa. Este lecho, que es probablemente el equivalente de los estratos marinos terciarios mas antiguos que se describirán en seguida en Entre Rios, apénas se eleva sobre el nivel del Paraná en sus bajas. El resto del barranco de Gorodona se halla formado de lodo rojo pampeano, con muchas concreciones de tosca, algo estalactiformes, en su parte inferior i sólo unas pocas en la parte superior. A la altura de 6 piés sobre el rio, fueron sepultados aqui dos jigantescos esqueletos del *Mastodon Andium*, cuyos huesos se hallaban separados sólo unos pocos piés, aunque muchos conservaban todavia sus propias relativas posiciones. Su estado de destruccion i blandura era tal que uno de los grandes molares se deshizo en pedazos en mis manos. Vemos aquí que el depósito pampeano contiene restos de mamíferos, junto a su base. En las riberas del Carcarana, unas pocas millas de distancia, el lecho mas inferior visible era lodo pampeano pálido, con masas de tosca, en una de las cuales encontré un diente mui destruido del Mastodon. Sobre este lecho habia una capa delgada, compuesta casi totalmente de pequeñas concreciones de tosca blanca, de una de las cuales estraje un diente bien conservado, aunque lijeramente quebrado, del *Toxodon Platensis*. Sobre esta capa habia un banco de arenisca, no comun, mui blanda e impura. En estas inmediaciones encontré en las capas muchos huesos aislados i supe de otros que habian sido estraidos en mui perfecto estado. El jesuita Falkner encontró aquí la armadura dermal de un cuadrúpedo jigantesco, desdentado.

En el lodo rojo estraido de un diente de uno de los mastodontes de Gorodona, el profesor Ehremberg halló siete Poligástricos i trece Fitolitarios (1), especie todas, a mi juicio,

(1) Los siguientes:

Poligástricos:

Campylodiscus clypeus

Coxinodiscus subtilis

» especies próxima

conocidas sólo con dos escepciones. De estos veinte, el número preponderante es de agua dulce; sólo dos especies de Coscinodiscus i un Spongolithis indican la influencia directa del mar; de consiguiente, el profesor Ehremberg arriba a la importante conclusion que el depósito debe haber sido de oríjen de agua salobre. De los trece Fitolitarios, nueve se encuentran en los dos depósitos de Bahía Blanca, donde es evidente, por las otras dos especies de Poligástricos, que los lechos fueron acumulados en agua salobre. Los restos de corales, esponjas i politalamios, encontrados en la tosca por el doctor Carpenter, (i debo observar que el mayor número de ejemplares provenian de los lechos superiores de la parte sur de la formacion) manifiestan claramente un oríjen marino mas esclusivo.

En Santa Fé de Bajada, en Entre Rios, los barrancos que tienen de 60 a 70 piés de altura mas o ménos, presentan una seccion mui interesante. La mitad inferior consta de estratos terciarios, con conchas marinas, i la superior de la formacion pampeana.

El lecho mas inferior es un lodo endurecido, negruzco, la-

Eunotia
Gallionella granulata
Himantidium gracile
Pinnularia borealis.

Fitolitarios:
Lithasteriscus tuberculatus
Lithodontium furcatum
» bursa
» rostratum
Lithostylidium Amphiodon
» Clepsammidium
» Hamus
» Polyedrum
» quadratum
» rude
» serra
» unidentatum
Spongolithis Fustis

minado oblícuamente, con huellas distintas de restos vejetales (1). Sobre éste hai un lecho espeso, de arcilla arenosa amarillenta, con mucho yeso cristalizado i muchas conchas Ostras, Pecten i Arcas; sobre éste aparece jeneralmente una caliza cristalina, arenosa i a veces un lecho interpuesto, de 12 piés de espesor mas o ménos, de arcilla verdinegra, jabonosa, que se descompone al aire en pequeños fragmentos angulares. La caliza, donde se presenta mas pura, es blanca, mui cristalina, i llena de cavidades; encierra pequeños guijarros de cuarzo, conchas quebradas, dientes de tiburon, i a veces, segun se me dijo, grandes huesos; contiene a menudo tanta arena que pasa a una arenisca calcárea i en esas partes abunda principalmente la gran *Ostrea Patagonica* (2). En la parte superior, la caliza alterna con capas de fina arena blanca.

Las conchas contenidas en estos lechos han sido denominadas por M. d'Orbigny, a solicitud mia; son:

1. Ostrea Patagónica, d'Orbig.
2. » Alvarezii, id.
3. Pecten Paranensis, id.
4. » Darwinianus, id.
5. Venus Mumsterii, id.
6. Arca Bonplandiana, id
7. Cardiun Platense, id.
8. Tellina, probablemente nueva especie, pero mui imperfecta para describirla.

Todas estas especies son estinguidas. Las seis primeras fueron encontradas por M. d'Orbigny i por mí mismo, en las formaciones del Rio Negro, San José i otras partes de la Patagonia; por consiguiente, como lo observó primeramente

(1) M. d'Orbigny ha dado una descripcion detallada de esta seccion, pero como no menciona este lecho inferior, debe creerse que se hallaria oculto por el rio en esa época. Hai una considerable disconformidad entre su descripcion i la mia, que sólo puedo esplicarme por las variaciones considerables que deben esperimentar estos lechos en cortas distancias.

(2) El Cap. Sulivan me ha dado un ejemplar de esta concha, que encontró en los barrancos en Punta Cerrito, entre 20 i 30 millas sobre la Bajada.

M. d'Orbigny, estos lechos pertenecen sin duda a la gran formacion patagónica de que se tratará en el capítulo siguiente, i que, como veremos, debe considerarse como una formacion terciaria mui antigua. Al norte de Bajada, M. d'Orbigny encontró en ciertos lechos, que él considera como inferiores a los estratos aquí descritos, restos de un Toxodon, que ha clasificado como una especie distinta del *T. Platensis*, de la formacion pampeana. Mucha madera silicatada se ha encontrado en los bancos del Paraná (e igualmente en el Uruguai) i se dice que proceden de estos lechos inferiores; cuatro ejemplares que recojí son de dicotiledóneas.

La mitad superior del barranco, hasta un espesor de cerca de 30 piés, consta de lodo pampeano, cuya parte inferior es de color claro i la superior de un rojo mas vivo, con algunas capas irregulares de una variedad de tosca arenácea i unas pocas pequeñas concreciones de la especie comun.

Inmediatamente sobre la caliza marina, descansa un estrato delgado, de aspecto concrecionario, compuesto de una tosca blanca i dura o marga, que puede considerarse como el lecho superior de los depósitos inferiores, o el mas inferior de la formacion pampeana, o talvez el tránsito o eslabon entre las dos formaciones. Pero me he convencido en seguida que me habia engañado sobre este punto. En la seccion del Paraná no encontré restos de mamíferos; pero eran mui numerosos a 2 millas de distancia, en el arroyo Tapia (un tributario del Conchitas), en un barranco bajo del lodo rojo pampeano que ofrecia pequeñas concreciones, precisamente semejante al lecho superior del Paraná. La mayor parte de los huesos se hallaban aislados i mui destruidos; pero vi la impresion de la armadura dermal de un jigantesco desdentado, que formaba un molde en hueco, de 4 o 5 piés de diámetro, del que habia sido estraido últimamente, segun supe, el esqueleto casi entero.

Encontré dientes sueltos de *Mastodon Andium, Toxodon Platensis* i *Equus curvidens*, unos cerca de otros. Como este último diente se aproximaba estrechamente al del caballo comun, presté particular atencion a su verdadero yacimien-

to ,porque ignoraba entónces que existiese otro semejante, con los demas restos de mamíferos de Punta Alta.

I hecho digno de nota: el profesor Owen encontró que los dientes de este caballo se aproximan mas estrechamente por su peculiar curvatura a un ejemplar fósil de Norte América descubierto por M. Lyell, que a los de cualquiera otra especies de Equus.

Los estratos terciarios marinos subyacentes, se estienden sobre una área dilatada. Se me aseguró que pueden seguirse en las quebradas de Este a Oeste, a traves de Entre Rios, hasta el Uruguai, o sea una distancia de cerca de 135 millas. Al SE. se ha encontrado en el nacimiento del rio Nankay, i en Punta Gorda, en el Uruguai, o sea una distancia de 170 millas, encontré la misma caliza con las mismas conchas fósiles, que descansaba sobre el rio a un nivel casi igual que en Santa Fé. Hácia el sur estos lechos disminuyen en altura, porque en Punta Gorda de Entre Rios la caliza se vé a una altura mucho menor i es de creer como mui probable que la arcilla arenosa amarillenta, que se halla a un nivel con el rio, entre el Carcarna i San Nicolas, pertenece a está misma formacion; como así mismo los lechos de arena de Buenos Aires que yacen en el fondo de la formacion pampeana, cerca de 60 piés bajo de la superficie del Plata. El descenso hácia el sur de estos lechos se debe talvez, nó a una elevacion desigual, sino a la forma orijinal del fondo del mar, a partir de la tierra situada al norte; porque es evidente que esta tiera existió, nó a gran distancia, en vista de los restos vejetales del lecho mas inferior de Santa Fé; i de la madera silicatada i de los huesos del Toxodon Paranensis, encontrados, segun M. d'Orbigny, en estratos todavia mas inferiores.

Uruguai.—Esta rejion se encuentra al lado norte del Plata i al este del Uruguai: tiene una superficie lijeramente ondulada sobre una base de rocas primarias; i se halla en su mayor parte cubierta con una masa no estratificada i de no gran espesor del lodo pampeano rojizo.

En la mitad oriental, cerca de Maldonado, este depósito es

mas arenáceo que en las Pampas; contiene muchas, aunque pequeñas concreciones de marga o tosca, i otras de arenisca mui ferrujinosa. En un corte de sólo unas pocas yardas de profundidad, se vió que descansaba sobre arena estratificada. Cerca de Montevideo parece que aumenta su espesor i se han hallado en él los restos del Glyptodon i de otros mamíferos estinguidos. La larga línea de barrancos, de 50 a 60 piés de altura, llamada los Barrancos de San Gregorio, que se estienden al oeste del rio Santa Lucía, consta en su mitad inferior de arena basta de cuarzo i felspato. sin mica, semejante a la que actualmente se vé en la costa cerca de Maldonado; i la mitad superior de lodo pampeano que varia de color i contiene venas celulares de una sustancia blanda, calcárea i pequeñas concreciones de tosca, dispuestas en líneas, e igualmente unos pocos guijarros de cuarzo. Este depósito llena completamente las desigualdades de la arena subyacentes; como si el agua cargada de lodo hubiese invadido una playa arenosa. Estos barrancos se estienden mucho hácia el oeste, i a una distancia de 60 millas, cerca de Colonia del Sacramento, encontré que el depósito pampeano descansaba en algunos lugares sobre esta arena i en otros sobre las rocas primitivas. Entre la arena i el lodo rojizo parecia hallarse interpuesto, aunque la seeccion no era mui buena, un lecho delgado de conchas de un Mytilus existente, que conservaba en parte todavia su color. La formacion pampeana en el Uuruguai puede equivocarse fácilmente con un depósito aluvial. Comparada con las de las pampas, es a menudo mas arenosa, i contiene pequeños fragmentos de cuarzo; las concreciones son mucho mas pequeñas i no hai estensas masas de tosca.

En el estremo oeste del territorio, entre el Uruguai i una línea trazada desde Colonia hasta el rio Perdido (un tributario del rio Negro) las formaciones son mucho mas complicadas. Ademas de las rocas primarias, encontramos estensos espacios i muchas mesetas aisladas o colinas horizontalmente estratificadas, rodeadas de barrancos, de estratos terciarios, que varían estraordinariamente de naturaleza mineralójica

en parte idénticos con los antiguos lechos marinos de Santa Fé de Bajada, i en parte con los de la formacion pampeana, mucho mas reciente. Hai tambien estensas porciones de terrenos bajos cubiertos con un depósito que contiene restos de mamíferos, precisamente semejante al que acaba de describirse en la rejion oriental del territorio. Aunque por el estado llano i uniforme del pais no me fué posible obtener una seccion de este último depósito, junto al pié de los cerros terciarios mas altos, sin embargo no tengo la menor duda de que es de orijen subsiguiente en su totalidad, habiendo sido depositado despues que el mar hubo escavado los estratos terciarios de los cerros rodeados de barrancos.

Esta última formacion, que es ciertamente la equivalente de la de las Pampas, se vé bien en los valles, en la estancia de Bequelo, cerca de Mercedes; consta aquí de tierra rojiza, llena de granos redondeados de cuarzo i con algunas pequeñas concreciones de tosca, dispuestas en líneas horizontales, asemejándose así perfectamente, salvo en que contiene un poco de materia calcárea, a la formacion de la parte oriental del Uruguay, en Entre Rios i otros lugares.

En esta estancia se encontró el esqueleto de un gran desdentado.

En el valle de Sarandis, a la distancia de solo pocas millas, este depósito tiene un carácter algo diferente, siendo mas blanco, mas blando, de grano mas fino i lleno de pequeñas cavidades, i consiguientemente de poca gravedad específica; ni contiene concreciones de materia calcárea. Aquí me proporcioné una cabeza del Toxodon Platensis, que debe haberse hallado completa cuando fué descubierta; otra de un Mylodon (1) quizás el *M. Darwinii* i un gran pedazo de una armadura dermal, diferente de la del *Clyptodon clavipes*. Estos huesos llaman la atencion por su aspecto reciente estraordinario; cuando se colocan a la llama de una lámpara de espíritu de vino, despiden un fuerte olor i arden con una pe-

(1) Fué considerada al principio por Owen como de un jénero distinto el Glossotherium.

queña llama. Mr, T. Reeks ha tenido la bondad de analizar algunos de los fragmentos i encontró que contenian cerca de 7% de materia animal i 8% de agua (1).

Los estratos terciarios mas antiguos, que forman los cerros aislados mas altos i estensos espacios de terrenos, varian, como he dicho, estraordinariamente en composicion. En el espacio de pocas millas encontré a veces calizas cristalinas con ágatas, tobas calcáreas, i rocas margosas que pasan unas a otras alternativamente—lodo rojo i descolorido con concreciones de tosca, enteramente semejante a la formacion Pampeana - conglomerados calcáreos i areniscos—areniscas mui rojas que pasan aconglomerados del mismo color o areniscas blancas—areniscas duras silicosas, rocas calcedónicas o córneas i numerosas otras variedades subordinadas. No me fué posible constatar las relaciones de todos estos estratos i describiré sólo unas pocas secciones distintas. En los barrancos entre Punta Gorda, en el Uruguay i el Arroyo de Víboras, el lecho superior es caliza cristalina celular que pasa a menudo a areniscas calcárea, con impresiones de algunas de las mismas conchas de Santa Fé de Bajada; en Punta Gorda esta caliza alterna con arena blanca i descansa sobre ella. la cual yace sobre un banco de cerca de 30 piés de espesor de arcilla de color claro con muchas conchas de la gran *Ostrea Patagonica.* Debajo de este, en el barranco vertical, casi a un nivel con el rio, hai un lecho de lodo rojo absolutamente semejante al depósito Pampeano, con numerosas i a menudo grandes concreciones de tosca compacta, blanca i perfectamente caracterizada. En la boca del Víboras, el rio corre sobre una tosca descolorida, cavernosa, enteramente semejante a las de las Pampas i que se presenta infrapuesta a la caliza cristalina, pero la seccion no era tan clara como la de Punta Gorda. Estos lechos forman actualmente sólo una estrecha lonja de terreno mui denudado; pero deben haber sido mucho mas estensos, porque en el arroyo próximo, al sur del

(1) Segun Liebig, los huesos frescos secos contienen 32 a 33% de jelatina seca.

San Juan, el Cap. Sulivan R. N. encontró un pequeño baranco que apénas se elevaba sobre la superficie del rio, con numerosas conchas de la *Venus Munsterii* d'Orbig.—una de las especies que se hallan en Santa Fé i de la cual hai impresiones en Punta Gorda. La línea del verdadero lodo pampeano, subsiguientemente depositado, se estiende desde Colonia hasta una media milla de este lugar i no dudo que anteriormente cubrió estos estratos marinos denudados. Así mismo, en Colonia, escavando los cimientos de una casa, se encontró un gran banco de la *Ostrea Patagonica* (de la que ví muchos fragmentos) inmediatamente debajo de la superficie i apoyado directamente sobre gneiss. Estas secciones son importantes: M. d'Orbigny se resiste a creer que lechos de la misma naturaleza que los de la formacion pampeana pudieran hallarse debajo de los antiguos estratos terciarios marinos; i mi sorpresa fué tanta como hubiera sido la suya, pero el barranco vertical de Punta Gorda no deja lugar a duda i me creo autorizado para afirmar que despues de haber examinado la rejion, desde el Colorado hasta Santa Fé de Bajada, no puedo equivocarme sobre el carácter mineralójico del depósito pampeano.

Ademas, en una parte precipitosa de la quebrada de Las Bocas, una arenisca roja se vé distintamente superponerse a un espeso lecho de lodo pálido, tambien enteramente igual a la formacion pampeana, abundante en concreciones de verdadera tosca. Esta arenisca se estiende sobre muchas millas de terreno; es tan roja como las escorias volcánicas mas brillantes; pasa a veces a un conglomerado rojo, basto, compuesto de las rocas primarias subyacentes, i a menudo a una arenisca blanca, de poca coherencia i listada de rojo. En la Calera de los Huérfanos, sólo a un cuarto de milla al sur de donde encontré por la primera vez la arenisca roja, se estrae la caliza blanca cristalina: como este lecho es el superior, i como a menudo pasa a arenisca calcárea, interestraficada con arena pura, i como la arenisca roja pasa así mismo a arenisca blanca, poco coherente i es tambien el lecho superior, creo que estos dos lechos, aunque tan diferentes, son

equivalentes. Pocas leguas al sur de estos dos lugares, en cada lado del bajo cordon primario de San Juan, hai algunos pequeños cerros separados, llanos, barrancosos, mui parecidos a los que rodean los cordones primarios del gran llano, al sur de Buenos Aires: se hallan compuestos, 1.º de tobas calcáreas con muchas partículas de cuarzo, que pasan a veces a un conglomerado basto; 2.º de una piedra indistinguible bajo la mas minuciosa inspeccion, de las variedades de tosca mas compactas; i 3.º de caliza semi-cristalina que incluye nódulos de ágata.

Estas tres variedades pasan insensiblemente unas a otras i como forman el estrato superior de este distrito, creo que son tambien los equivalentes de la caliza pura cristalina, de las areniscas roja i blanca i de los conglomerados.

Entre estos puntos i Mercedes, en el Rio Negro, hai apénas algunas buenas secciones. El camino pasa sobre caliza, tosca, areniscas calcáreas i rojas, i cerca del nacimiento del San Salvador, sobre un ancho terreno de rocas córneas, con muchas ágatas lechosas, semejantes a las de la caliza de cerca de San Juan. En la estancia de Berquelo, los cerros aislados, planos i barrancosos son mas altos que en otras partes de la rejion; corren en una direccion NE. a SO.; sus lechos superiores constan de la misma arenisca mui roja que pasa a veces a un conglomerado, i en la parte inferior a arenisca blanca, poco consistente i aun a arena suelta. Infrapuestas a esta arenisca, hallé en dos lugares capas de rocas calcáreas i margosas, i en otro tierra roja semenjante a la de la Pampa. En la base de estas secciones, habia una arenisca blanca, estratificada, dura, con capas calcédonicas. Cerca de Mercedes pueden verse lechos de la misma naturaleza i aparentemente de la misma edad, que se hallan asociados con una caliza cristalina, blanca i compacta, que incluye muchas ágatas botroídeas o en forma de racimos i singulares masas, porcelánicas, pero realmente compuestas de una pasta calcáreo-silícea. En las sondas practieadas, los estratos calcedónicos parecen ser los mas inferiores. Lechos semejantes a los descritos se presentan en toda esta rejion; pero 20 millas

mas arriba del Rio Negro, en los barrancos de Perico, que se hallan a cerca de 50 piés de altura, el lecho superior consta de una calcedonia mui variada, mezclada con una caliza pura, blanca, jabonosa, que descansa sobre un conglomerado de cuarzo i granito; debajo del cual se halla mucha arenisca, alguna mui calcárea; i toda la parte inferior $^{2}/_{3}$ del barranco, consta de lechos térreos, calcáreos, de varios grados de pureza, con una capa de lodo rojizo semejante al de la Pampa.

Examinando las ágatas, las rocas calcedónicas i córneas, algunas de las calizas i aun las areniscas mui rojas, me sorprendió su semejanza con los depósitos formados en las proximidades de la accion volcánica. Sé ahora que M. Isabelle en su «Viaje a Buenos Aires», ha descrito lechos mui parecidos en Itaqui e Ibicui (que entra en el Uruguai un poco al norte del Rio Negro), i estos lechos incluian fragmentos de una verdadera escoria roja, descompuesta, endurecida por zeolitas i de retinita negra; prueba evidente de la accion volcánica durante nuestro período terciario. Todavia mas al norte, cerca de Santa Ana donde el Paraná hace una notable inflexion, M. Bompland encontró algunas singulares rocas amigdaloides, que quizás pertenecen a esta misma época. Debo observar que juzgando por el tamaño i la condicion rodada que ofrecen los fragmentos de los conglomerados descritos ya, no cabe duda que existieron en este período terciario masas en descubierto de la formacion primaria. Se encuentra así mismo, segun M. Isabelle, mucho conglomerado mas al norte, en Salta.

Cualquiera que sea su fuente i por cualesquiera medios que la gran formacion Pampeana se haya formado, tenemos aquí, debo repetirlo, inequívoca evidencia de una accion análoga, en un período anterior al de la deposicion de los estratos marinos terciarios con conchas estinguidas, de Santa Fé i Punta Gorda. Durante la deposicion de estos estratos, tenemos tambien evidencia de la misma accion aunque intermitente i débil, en las capas intercaladas de lodo rojo semejante al pampeano i de tosca, i en el tránsito, cerca de

San Juan, de las calizas semi-cristalinas con ágata a una tosca indistinguible de la de las Pampas. Hemos visto ya que en este distrito, en un período no sólo subsiguiente a la deposicion de los estratos terciarios sino a su solevantamiento i denudacion, se depositó verdadero lodo pampeano con sus caractéres comunes e incluyendo restos de mamíferos al rededor de las cerros o mesetas que forman estos estratos terciarios, i en medio de ellos así como sobre los distritos primarios o terrenos bajos de la parte oriental del territorio del Uruguai.

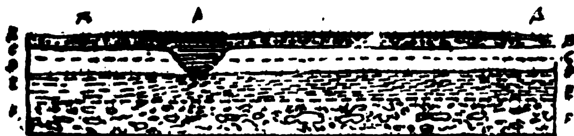


Fig. 16.

A. A. Lecho superficial de tierra rojiza con los restos del Macrauchenia i con conchas marinas recientes en la superficie.
B. Grava de rocas porfídicas
C. i D. Lodo pétreo con pómez
E. i F. Arenisca i lechos arcillosos
} Antigua formacion terciaria.

Capa superficial con restos de mamíferos estinguidos, sobre la grava porfídica de San Julian, latitud 49°14′ sur en Patagonia.—Este caso, aunque no se presenta estrictamente infrapuesto a la formacion pampeana, es conveniente darlo aquí. En el lado sur de la bahía hai un llano casi a nivel (citado en el capítulo primero) de cerca de 7 millas de largo i 3 o 4 de ancho, calculado en 90 piés de altura i rodeado por barrancos perpendiculares del que se da una seccion en la figura 16.

Los estratos antiguos terciarios inferiores (que se describirán en el siguiente capítulo) se hallan cubiertos por el lecho ordinario de grava; i éste, por una masa térrea irregular, a veces arenosa, que no excede de 2 o 3 piés de espesor, escepto cuando llena hendiduras o depresiones no sólo de la

grava subyacente, sino aun de los lechos terciarios superiores. Esta masa térrea es de un color rojizo-claro, como las variedades ménos puras del lodo pampeano del Uruguai; contiene pequeñas concreciones calcáreas, como las de tosca, pero mas arenosas i algunas otras de una sustancia arcillosa endurecida, verdosa; encierra tambien unos pocos guijarros del lecho de grava subyacente i éstos se hallan a veces dispuestos en líneas horizontales, lo que demuestra que la masa es de oríjen sub-ácueo. En la superficie i enterradas en ella hai numerosas conchas que retienen en parte sus colores i pertenecen a tres o cuatro especies litorales, las mas comunes actualmente. Cerca del fondo de un surco o quiebra profunda (véase la figura) llena por este depósito térreo, encontré un esqueleto casi entero del *Macrauchenia Patagonica*, paquidermo jigantesco i el mas estraordinario i el que, segun el profesor Owen se halla aliado con el Paleoterio *(Palaeotherium)*, pero con afinidades con los rumiantes, especialmente con la division americana de los *Camelidae*. Varias de las vértebras i casi todos los huesos de una de las estremidades, hasta el mas pequeño del pié, se hallaban en sus propias relativas posiciones, por lo que no cabe duda de que el esqueleto fué envuelto por el légamo, hallándose en el estado de cadáver o cubierto por los músculos i la piel.

Esta masa térrea, con sus concreciones i restos de mamíferos i que llena surcos en la grava subyacente, presenta, sin duda, una asombrosa semejanza con alguna de las secciones de la formacion pampeana (por ejemplo de Punta Alta en Bahía Blanca, o de las Barrancas, en San Gregorio); pero debo creer que esta semejanza es sólo accidental. No dudo que el lodo que se acumula actualmente en los estuarios profundos i estrechos de la cabecera de la bahía, presentará despues de elevada un aspecto mui semejante. La parte mas austral de la verdadera formacion pampeana, a saber, en el Colorado, se halla a 560 millas de latitud norte de este punto (1).

---

(1) En el capítulo siguiente tendré que referirme a un gran depósito de

Con respecto a la edad del Macrauchenia, las conchas de la superficie prueban que la masa en que el esqueleto fué sepultado ha sido elevada sobre el mar dentro del período reciente. No ví ninguna de estas conchas enterrada a una profundidad suficiente para asegurarme (aunque ello es mui probable) de la contemporaneidad de toda la masa con estos *ejemplares individuales*. Que el Macrauchenia vivió despues de la dispersion de la grava en este llano es evidente, i que esta grava, hasta la altura de 90 piés, fué diseminada mucho despues de la existencia de las conchas recientes, no es ménos cierto, sin duda. Porque, como se demostró en el primer capítulo, esta línea de costa ha sido solevantada con notable uniformidad; i sobre una gran estension al norte i sur de San Julian, en los llanos de 250 i 350 piés, hasta una altura de 400 piés, se hallan diseminadas en la superficie o enterradas en ella especies recientes de conchas. Estos anchos llanos escalonados han sido formados por la accion destructora de las olas sobre los estratos terciarios antiguo; i, por consiguiente, cuando la superficie del llano de 350 piés, con sus propias conchas, se elevó por primera vez sobre el nivel del mar, el llano de 250 piés existia i su formacion, así como la dispersion de la grava en su cima, debe haber tenido lugar subsiguientemente. Así mismo, la denudacion i superposicion de la grava del llano de 90 piés, deben haber tenido lugar subsiguientemente a la elevacion del llano de 250 piés, en el cual se hallan tambien conchas recientes diseminadas. De consiguiente, no hai duda que el Macrauchenia, que ciertamente fué sepultado en un estado fresco i que debe haber vivido despues de la diseminacion de la grava sobre el llano de 90 piés, existió, no sólo despues de las conchas solevantadas en la superficie del llano de 250 piés, sino tambien de aquellas bajo el llano de 350 a 400 piés. Estas conchas, ocho en número (tres especies de Mytilus, dos de Patella, un Fu-

---

restos de estinguidos mamíferos, últimamente descubierto por el Cap. Sulivan en un punto todavia mas al sur, a saber, en el rio Gallegos, i cuya edad debe permanecer dudosa actualmente.

sus, Voluta i Balanus), son indudablemente especies recientes i las mas comunes que viven actualmente en esta costa. En Punta Alta, en Bahía Blanca, observé cuán maravilloso es que el Toxodon, mamífero tan diferente de todo jénero conocido, haya coexistido con veintitres animales marinos todavia vivientes; i ahora vemos que el Macrauchenia, cuadrúpedo sólo un poco ménos anómalo que el Toxodon, tambien coexistió con otros ocho moluscos, todavia existentes. Ademas, debe tenerse presente que un diente de un paquidermo fué encontrado con los demas restos en Punta Alta, que el profesor Owen cree casi ciertamente que perteneció al Macrauchenia.

Mr. Lyell ha arribado a una conclusion mui importante con respecto a la edad de los mamíferos estinguidos de Norte-América (muchos de los cuales son mui análogos i aun idénticos con los de la formacion pampeana) a saber, que vivieron subsiguientemente al período de trasporte de los cantos erráticos, por la accion de los hielos flotantes, a las latitudes templadas. Pues bien, en el valle del Santa Cruz, a sólo 50 millas de latitud sur del lugar donde el Macrauchenia fué sepultado, se hallan esparcidos sobre el llano gran número de cantos angulosos, jigantescos, que deben haber sido trasportados de la Cordillera por los *icebergs* a la altura de 1,400 piés sobre el nivel del mar. Para ascender a esta altura deben cruzarse varios llanos escalonados, todos los cuales han requerido necesariamente mucho tiempo para su formacion, por lo cual el mas bajo, o el llano de 40 piés, con su lecho superficial que contiene los restos del Macrauchenia, debe haber sido formado mucho despues del período en que el llano de 1,400 piés se halló sumerjido, i en el que los cantos fueron depositados en su superficie desde las masas flotantes de hielo (1). La conclusion de Mr. Lyell, por consiguien

(1) No debe inferirse de estas observaciones que la accion del hielo cesó en Sud-América en este período comparativamente antiguo, porque los cantos de la Tierra del Fuego o de otras partes de la costa de la Patagonia, fueron probablemente trasportados contemporáneamente con la formacion del llano de 90 piés de San Julian i talvez despues.

te, se halla así completamente confirmada en el hemisferio sur; i es mui importante si se toma en consideracion la natural tendencia a admitir como esplicacion sencilla que fué el período del hielo el que causó la estincion de los numerosos i grandes mamíferos que habitaban ámbas Américas.

Sumario i observaciones concluyentes sobre la formacion Pampeana.—Uno de sus caractéres mas asombrosos es su enorme estension; constaté su presencia sin interrupcion desde el Colorado hasta Santa Fé de Bajada, una distancia de de 500 millas jeográficas; i M. d'Orbigny la comprobó 250 millas mas al norte. En la latitud del Plata examiné esta formacion a intervalos en una direccion de este a oeste, por 300 millas de distancia desde Maldonado hasta el rio Carcarana; i M. d'Orbigny cree que se estiende 100 millas mas al interior. Segun Mr. Caldeleugh, esta formacion se estenderia, al sur del cordon de la Cordovesa, hasta cerca de Mendoza, i puedo agregar que he oido se han encontrado granñes huesos hasta el rio Quinto. De consiguiente, el área de la formacion pampeana, segun lo observa M. d'Orbigny, es probablemente por lo ménos igual a la de la Francia, i quizas dos o tres veces mayor. En una cuenca, rodeada por barrancos de grava (a una altura de casi 3,000 piés) al sur de Mendoza, hai, como se ha descrito en el tercer capítulo, un depósito mui parecido al pampeano, interestratificado con otra materia; i así mismo en San Julian, en Patagonia, 560 millas al sur del Colorado, un lecho pequeño, irregular, de una naturaleza casi semejante, contiene, como acabamos de verlo, restos de mamíferos. En las provincias de Moxos i Chiquitos (1,000 millas al norte de las pampas) i en Bolivia, a una altura de 4,000 metros, M. d'Orbigny ha descrito depósitos análogos, que cree han sido formados por la misma ajencia i contemporáneamente con la formacion pampeana.

Considerando las inmensas distancias entre estos varios puntos i sus diferentes alturas, me parece infinitamente mas probable que esta similaridad ha resultado, no de la contemporaneidad de orijen, sino de la similaridad de la estructura rocosa del continente. Es sabido que en el Brasil una

inmensa área consta de rocas gneissicas i veremos más adelante sobre qué enormes estensiones las rocas plutánicas de la Cordillera, los pórfidos purpúreos superspuestos i las eyecciones traquíticas son casi idénticas en naturaleza.

Tres teorías sobre el oríjen de la formacion pampeana han sido propuestas: 1.ª la de una gran catástrofe, de M, d'Orbigny; ésta parece fundarse principalmente en la ausencia de estratificacion i en el gran número de restos de cuadrúpedos terrestres que contiene. Aunque la formacion pampeana (así como muchos depósitos arcillosos) no se halla dividida en estratos distintos i separados, sin embargo hemos visto en una buena seccion que ofrecia zonas horizontales, diversamente coloreadas i que en varios lugares determinados, las partes superiores e inferiores no sólo se diferenciaban considerablemente por su color sino que su constitucion era mui diversa. Al sur de las Pampas, la masa superior (en parte estratificada) consta jeneralmente de tosca dura, i la parte inferior del lodo rojo pampeano, que a menudo el mismo se presenta dividido en dos o mas masas, que varian de color i en la cantidad de materia calcárea que contienen. En el Uruguai, hácia el este, lechos de una naturaleza análoga, pero de mayor edad, se hallan infrapuestos concordantemente a la formacion terciaria estratificada regularmente e intercalados en ella. Como regla jeneral, las concreciones margosas se hallan dispuestas en líneas horizontales, a veces unidas en estratos irregulares. Seguramente, si el lodo se hubiese depositado turbulentamente en masa, la materia calcárea contenida se habria segregado irregularmente i no en nódulos dispuestos en líneas horizontales, sobrepuestas i a veces mui distantes. Esta disposicion me parece probar que el lodo, con pequeños cambios de composicion, se depositó sucesiva i tranquilamente. En la teoría de un cataclismo se supone que una inmensa cantidad de lodo sin un solo guijarro debió de haberse diseminado sobre la ancha superficie de las Pampas, cuando se hallaba sumerjida; i por otra parte sobre toda la Patagonia el mismo u otro análogo cataclismo se supone haber hecho lo mismo con respecto a la grava

la cual i el lodo fino, en las vecindades de los rios Negro i Colorado, fueron localizados a una igual distancia de la Cordillera o sea desde una línea imajinaria de perturbacion, lo que supondria que efectos opuestos directamente pueden ser atribuidos a una misma ajencia. Ademas ¿dónde se acumuló esta masa de fino sedimento, cargada de materia calcárea en estado de segregacion química i en cantidad suficiente para cubrir un área de 750 millas de largo i 400 de ancho por lo ménos hasta una profundidad de 20, 30 o 100 piés, i lista para sér trasportada por el supuesto cataclismo? A mi juicio, apénas necesita demostracion que un gran lapso de tiempo fué necesario para la produccion i disposicion de la enorme suma de materia lodosa que forman las Pampas; ni habria hecho mencion de la teoría de un cataclismo, si no hubiese sido sostenida por un naturalista tan eminente como M. d'Orbigny.

La segunda teoría, debida, segun creo, a Sir W. Parish, es la que atribuye la formacion pampeana al depósito, en llanos bajos o pantanosos, del trasporte de los rios de esta rejion ántes de haber alcanzado su curso actual. El aspecto i composicion del depósito, la manera en que asciende i rodea los cordones primarios, la naturaleza de los lechos marinos subyacentes, las conchas de estuario i de mar en la superficie, los lechos superpuestos de areniscas de Monte Hermoso, se oponen enteramente a esta opinion. Ni creo que haya un solo ejemplo de un esqueleto de uno de los mamíferos estinguidos que haya sido encontrado en una posicion vertical, caso que se habria producido en un hundimiento en el fango.

La tercera teoría, de cuya efectividad no puedo abrigar la mas pequeña duda, es la que la formacion pampeana fué acumulada lentamente en la boca del estuario anterior del Plata i en el mar adyacente. He arribado a esta conclusion por las razones espuestas contra las dos teorías precitadas i por simples consideraciones jeográficas. Por las numerosas conchas de la *Azara labiata* que yacen sueltas en la superficie de los llanos, i cerca de Buenos Aires enterradas en la tosca, sabemos que esta formacion no sólo se halló anterior-

mente cubierta por el agua salobre del antiguo Plata, sino que las partes superiores fueron depositadas en ella. Hácia el sur i oriente de Buenos Aires, los llanos fueron solevantados de una zona del mar que habitaban verdaderas conchas marinas. Sabemos ademas por el exámen del profesor Ehrenberg de los veinte organismos microscópicos del lodo que rodeaba el diente del Mastodonte que se halló sobre el curso del Paraná, que casi todo el fondo de esta formacion fué de agua salobre.

Una conclusion semejante es aplicable a los hechos de análoga composicion de Monte Hermoso, en Bahía Blanca, que se hallan al nivel del mar i mas abajo. El doctor Carpenter halló que las variedades mas duras de tosca, recojidas principalmente al sur contienen cuerpos marinos esponjoides, pequeños fragmentos de conchas, corales i Politalamios, los cuales, sin duda, deben haber sido arrastrados al interior por las mareas. La ausencia de conchas en toda la estension de este depósito, con escepcion de las capas superiores cerca de Buenos Aires, es un hecho notable: ¿Puede esplicarse por la condicion salobre del agua o por el lodo profundo del fondo? He constatado que el lodo rojizo i las concreciones de tosca se hallan penetradas con frecuencia por pequeñas cavidades lineares semejantes a las que pueden observarse en los depósitos calcáreos de agua dulce, ¿Fueron producidas por las perforaciones de pequeños gusanos? Sólo en el caso que la formacion pampeana haya sido de oríjen estuárico, puede esplicarse el estraordinario número (a que nos referiremos luego) de los restos de mamíferos enterrados (1).

Con respecto al oríjen primitivo del lodo rojizo, sólo observaré que la enorme área del Brasil consta principalmente de rocas gneissicas i graníticas, que han sido descompues-

(1) Es casi escusado dar los numerosos casos (por ejemplo en Sumatra, Lyell, «Principios») de animales enteros que han sido arrastrados al mar por rios caudalosos; pero debo referirme a una relacion de Mr. Bettington, sobre bueyes, renos i osos que son acarreados al Golfo de Cambray; véase tambien en mi «Diario» el caso de numerosos animales ahogados en el Plata durante los grandes temporales, que se repiten a menudo.

tas o disgregadas i convertidas en una masa roja areno-arcillosa, hasta una profundidad mayor que la que he visto en ninguna otra parte. La mezcla de granos redondeados i aun de pequeños fragmentos i guijarros de cuarzo del lodo pampeano del Uruguai, se debe evidentemente a las rocas primarias próximas i subyacentes. El lodo estuarino fué acumulado durante el período pampeano, hasta mucho mas al sur que el lodo actual del Plata, debido probablemente a que los cordones primarios de este a oeste, sitos al sur del Plata, no habian sido elevados todavia, pues el depósito pampeano se estiende hasta el Colorado. La cantidad de materia calcárea de esta formacion es mui grande, especialmente en aquellos grandes distritos donde toda la masa pasa a tosca. He llamado la atencion anteriormente a la estrecha semejanza que existe en el aspecto esterior i microscópico entre esta tosca i los estratos de Coquimbo, que han sido formados ciertamente por la decadencia i atricion de conchas recientes. No me atrevo, sin embargo, a estender esta conclusion a las rocas calcáreas de las Pampas, sobre todo porque los estratos terciarios subyacentes del oeste del Uruguai, demuestran que en este período hubo una abundante emision de carbonato de cal en relacion con la accion volcánica.

La formacion pampeana, a juzgar por la uniformidad de su composicion i la absoluta identidad específica de algunos de sus restos de mamíferos i la semejanza jenérica de otros, pertenece, sin duda, en toda su inmensa área, a la misma época jeolójica. Comprende todo el Uruguai, Entre Rios i la vasta estension de las Pampas hasta el Colorado. Los restos de mamíferos se presentan en todo su espesor desde la superficie hasta el fondo del depósito; i debo agregar que en ninguna parte de las Pampas se ven demostraciones de una gran denudacion superficial. Algunos huesos que encontré cerca de la Guardia del Monte, se hallaban enterrados junto a la superficie; i lo mismo ha acontecido sin duda con los que han sido descubiertos en el Uruguai. En Matanzas, 20 millas al sur de Buenos Aires, un Glyptodon fué sepultado a 5 piés bajo la superficie i numerosos restos fueron en-

contrados por el señor Muñiz, cerca de Lujan, a una profundidad promediada de 18 piés. En Buenos Aires, un esqueleto fué desenterrado a 60 piés de profundidad; i en el Paraná, he descrito dos esqueletos del Mastodonte hallados sólo a 5 o 6 piés sobre la verdadera base del depósito.

Con respecto a la edad de esta formacion, a juzgar por la existencia de los Moluscos, la única evidencia que existe dentro de los límites de la verdadera Pampa nos es suministrada por la Azara labiata, concha que vive todavia i que se encuentra enterrada en la tosca, cerca de Buenos Aires. En Punta Alta, sin embargo, hemos visto que varios de los mamíferos estinguidos mas característicos de la formacion pampeana, coexistieron con veinte especies de Moluscos, un Balano i dos corales, todos los cuales viven todavia en esta misma costa; porque cuando recordamos que las conchas tienen una apariencia mas antigua que los huesos; que éstos en su mayor parte, aunque enterrados en un conglomerado basto, se hallan perfectamente conservados; que casi todas las partes del esqueleto del Scelidotherium, aun hasta la rótula, se encontraban en sus propias relativas posiciones, i que una gran pieza de la frájil armadura dermal de un cuadrúpedo Dasypoide, unida a algunos de los huesos del pié, fué sepultada en una condicion que permitió la plegadura de los lados, debe admitirse seguramente que estos restos fueron enterrados en un estado fresco, i por consiguiente que los animales a que pertenecieron coexistieron con las conchas con que se encuentren. Ademas, el Macrauchenia Patagonica (algunos de cuyos restos, segun el profesor Owen, se presentan tambien en las Pampas de Buenos Aires i en Punta Alta), segun se ha demostrado ya satisfactoriamente, habitó los llanos de la Patagonia mucho despues del período en que los moluscos mas comunes que viven actualmente, ocuparon el mar adyacente.

Debemos concluir, por consiguiente, que la formacion (1)

---

(1) M. d'Orbigny cree que esta formacion, aunque «mui vecina a la nuestra, es, sin embargo, mui anterior a nuestra creacion».

pampeana pertenece, en el sentido jeolójico ordinario de la palabra, al período reciente.

En Santa Fé de Bajada, la formacion estuárica pampeana, con sus restos de mamíferos, descansa concordantemente sobre los estratos marinos terciarios, que (como lo manifestó M. d'Orbigny) son contemporáneos con los de la Patagonia, i que, como veremos mas adelante, pertenecen a un piso terciario mui antiguo. Examinando la línea de contacto entre estas dos formaciones, hube de pensar que las capas concrecionarias de marga marcaban el tránsito entre los pisos marino i estuario. M. d'Orbigny ha discutido esta opinion (dada en mi Diario) i confieso que es errónea, aunque en algun grado escusable, si se tiene presente la concordancia de las formaciones i en que ámbas abundan en materia calcárea. Habria sido, sin duda, una gran anomalía que se hubiese producido un verdadero tránsito entre un depósito contemporáneo con especies existentes de moluscos i uno en el cual todos los moluscos aparecen hallarse estinguidos. Al norte de Santa Fé, M. d'Orbigny encontró bancos de areniscas ferrujinosas, rocas margosas, i otros lechos que él considera como una formacion distinta e inferior; pero creo que no hai razones bastantes para juzgar que no son partes de la misma, con un carácter mineralójico alterado.

Al oeste del Uruguai, miéntras los estratos marinos terciarios se estaban acumulando, hubo erupciones volcánicas; grandes cantidades de sílice i cal fueron precipitadas de sus soluciones; se formaron conglomerados bastos, que procedian sin duda de la tierra adyacente; i se depositaron ocasionalmente capas de lodo rojo i rocas margosas, análogas a las de la formacion pampeana. El verdadero depósito pampeano con restos de mamíferos, en vez de superponerse concordantemente, como en Santa Fé, a los estratos terciarios, se vé rodear aquí i a un nivel inferior, los cerros planos, barrancosos, formados por el solevantamiento i denudacion de estos mismos estratos terciarios. Este solevantamiento que debe haberse producido aquí ántes que en Santa Fé, puede esplicarse naturalmente por la accion volcánica contemporánea. En las

Barrancas de San Gregorio, el depósito pampeano, como hemos visto, descansa sobre una arena gruesa, análoga precisamente a la que se acumula actualmente en las costas, cerca de la boca del Plata i llena surcos en ella. No me allano a creer que esta arena sea contemporánea con la de los estratos terciarios antiguos i a menudo cristalinos, de la rejion mas occidental de este pais i me hallo dispuesto a creer que es de subsiguiente orijen. Si la seccion cerca de Colonia, merece fé, seccion en la cual a una altura de sólo 15 piés sobre el Plata se presenta un lecho de choros de aspecto reciente, de una especie *litoral* existente, entre la arena i el lodo pampeano, concluiré que la rejion del Uruguai debe haberse hallado a un nivel sólo un poco mas abajo que el actual, cuando la arena gruesa se estaba acumulando, permitiendo que el lodo pampeano estuárico cubriese totalmente su superficie hasta una altura de algunos cientos de piés; i en seguida el territorio emerjió hasta su nivel actual.

Al oeste del Uruguai, sabemos por dos inequívocas secciones que hai una masa absolutamente indistinguible del verdadero depósito pampeano, debajo de los estratos terciarios antiguos. Esta masa inferior debe ser mucho mas antigua que el depósito superior con sus restos de mamíferos, porque se halla debajo de los estratos terciarios cuyas conchas son todas estinguidas. Sin embargo, las masas inferior i superior, así como algunas capas intermedias, son tan análogas en carácter mineralójico, que no puedo dudar que sean todas de orijen estuárico i hayan sido derivadas de una misma gran fuente. Al principio me pareció excesivamente improbable que hubiese sido depositado, en casi un mismo lugar, légamo de una misma naturaleza, durante un inmenso lapso de tiempo, a saber, desde un período equivalente quizas al Eoceno de Europa hasta el de la formacion pampeana. Pero como a principios del período pampeano, sino anteriormente la Sierra Ventana formó un límite hácia el sur, la Cordillera o los llanos al oeste, toda la provincia de Corrientes probablemante al norte, porque, segun M. d'Orbigny, no se halla cubierta por el depósito pampeano, i el Brasil, como lo prue-

ban los restos de las cavernas, al noreste; i como ademas, durante el período terciario mas antiguo, la tierra existia ya al oeste del Uruguai i cerca de Santa Fé de Bajada, como se desprende de los restos vejetales, de la cantidad de madera silicatada i de los restos de un Toxodon, encontrados, segun M. d'Orbigny, en estratos todavia mas inferiores, podemos concluir que en este antiguo periodo una gran estension de agua se halló circundada por el mismo cinturon rocoso que actualmente limita los llanos de la formacion pampeana. En tal caso, deja de ser increible, aunque mui notable, el hecho de que un sedimento de la misma naturaleza haya sido depositado dentro de una misma área, durante un inmenso lapso de tiempo.

La elevacion de las Pampas, a lo ménos en la parte sur, ha sido lenta e interrumpida por varios períodos de reposo, como puede inferirse por los llanos, barrancos i líneas de dunas (con conchas i guijarros de pómez) que se hallan a diferentes alturas. Creo, tambien, que el légamo pampeano continuó depositándose despues de la elevacion parcial de esta formacion, de la misma manera que continuaria depositándose el cieno en el estuario del Plata, si los bancos lodosos de sus costas fuesen solevantados actualmente i transformados en llanos. Acepto esto, en vista de la improbabilidad de que tantos esqueletos i huesos hayan sido acumulados en un punto como Monte Hermoso a una profundidad de 800 a 1,000 piés, i a una gran distancia de toda tierra, escepto pequeños islotes rocosos. I este sin duda habria sido el caso, si el alto llano de tosca alrededor de la Ventana i las sierras adyacentes no hubiesen sido ya solevantados i convertidos en las tierras que habitaron los mamíferos existentes. En Pampa Alta tenemos bastantes pruebas de que los estratos de grava, que ciertamente pertenecen al verdadero período pampeano, fueron acumulados despues de la elevacion, en esta vecindad, de la porcion principal del depósito pampeano, de donde provinieron las masas rodadas de tosca i aquel fragmento óseo rodado, negro, de la misma condicion peculiar que los restos de Monte Hermoso.

El número de restos de mamíferos que contiene esta formacion, es como lo he dicho, verdaderamente maravillosa. Debe recordarse que casi todos se presentan en los barrancos i los abruptos bancos de los rios, i que hasta últimamente no habian llamado la atencion de los habitantes. Estoi firmamente convencido que ningun corte profundo puede abrirse a traves de las Pampas sin descubrir los restos de algun cuadrúpedo.

No es fácil formarse una idea acerca del sitio en que son mas numerosos, pero con respecto a un punto limitado es difícil que excedan a Punta Alta; el número, sin embargo, encontrado últimamente por el señor F. Muñiz, cerca de Lujan, en un punto central de las Pampas, es estraordinariamente grande. Al fin de este capítulo daré una lista de todas las localidades en que se han encontrado restos de mamíferos, segun datos que he recojido. Frecuentemente, los restos constan de esqueletos casi completos; pero hai tambien numerosos huesos sueltos, como, por ejemplo, en Santa Fé. Su estado de conservacion varía mucho, aun cuando se hallan próximos unos a otros. Los mas perfectamente conservados que me fué dable examinar, fueron las cabezas del Toxodon, i el Mylodon del lecho terroso, blanco i blando de las Sarandis, del Uruguai. Es notable que en dos secciones circunscritas hallase yo no ménos de cinco dientes separados i tengo datos para creer que este no es el único caso. ¿Podemos esplicar estos hechos suponiendo que los esqueletos o cabezas fueron acarreadas suavemente por mucho tiempo por accion de las corrientes sobre el fondo lodoso blando, habiéndose así desprendido ocasionalmente los dientes?

Es dable preguntarse, naturalmente, ¿dónde vivieron estos numerosos animales? De los notables descubrimientos de MM. Lund i Clausen se deduce que algunas de las especies encontradas en las Pampas, habitaron las altiplanicies o mesetas del Brasil. El *Mastodon Andium* se halla sepultado a grandes alturas de la cordillera, desde el norte del Ecuador (1)

(1) Humboldt dice que el Mastodonte ha sido descubierto en Nueva

hasta Tarija, al sur; i no hai duda que vivió en los llanos i valles de este gran cordon. Estas rejiones, sin embargo, parecen hallarse demasiado distantes para que puedan considerarse como la habitacion de los animales, cuyos restos se encuentran en las pampas. Debemos fijarnos, por consiguiente, en puntos mas próximos, por ejemplo en la provincia de Corrientes que, como ya se ha observado, no se halla cubierta por la formacion pampeana i puede, por consiguiente, en el período de la deposicion de ésta, haber existido como un suelo habitable. He dado ya las razones que tengo para creer que los animales de Monte Hermoso i Punta Alta, en Bahía Blanca, vivieron en tierras adyacentes, formadas por porciones del depósito pampeano, ya elevado. Con respecto al alimento de estos enormes cuadrúpedos estinguidos, no repetiré los hechos espuestos en mi «Diario», que demuestran que no hai correlacion entre la lujuria de la vejetacion de un pais i el tamaño de los mamíferos que lo habitan. No dudo que grandes animales puedan existir actualmente, con relacion a la cantidad de vejetacion (i nó a la especie), que existe en los estériles llanos de Bahía Blanca i del Rio Negro, así como con respecto a los llanos del Africa del Sur, igualmente, si no mas estériles. El clima, sin embargo, puede quizas haberse modificado en parte, desde el período de la existencia de los mamíferos en Bahía Blanca, pues el que hayan continuado existiendo las mismas conchas en las actuales costas, no es una prueba de que no se haya producido ningun cambio de clima; porque varias de estas conchas se encuentran actualmente al norte, a lo largo de la costa del Brasil, donde la mas lujuriosa vejetacion se produce bajo una temperatura tropical. Respecto a su estincion, que al principio llena el ánimo de asombro, debo así mismo referirme a la obra ya citada, en la cual he tratado de demostrar que por incapaces que seamos para esplicar su causa

Granada. Se le ha encontrado tambien en Quito. En Lima ví un diente de este paquidermo en la posesion de don M. Rivero, encontrado en Playa Chica, en el Marañon, cerca de Guallaga. Es sabido tambien que se han descubierto numerosos restos de Mastòdonte en Bolivia.

precisa, no debe propiamente sorprendernos mas la desaparicion de una especie que la rareza de otra; i, sin embargo, estamos acostumbrados a contemplar la rareza de una especie particular como un hecho comun, que no requiere ninguna ajencia estraordinaria. Que los varios mamíferos enterrados en la formacion pampeana, que en su mayor parte pertenecen a jéneros estinguidos, i aun algunos a familias u órdenes estinguidos, i que se diferencian tanto como los mamíferos Eocenos de Europa de los cuadrúpedos vivientes, hayan coexistido con los moluscos que habitan todavia el mar adyacente, es ciertamente un hecho asombroso. Está léjos, sin embargo, de ser un hecho aislado; porque durante los últimos depósitos terciarios del Plioceno de Inglaterra, un elefante, un rinoceronte i un hipopótamo coexistieron con muchas conchas recientes, terrestres i de agua dulce; i en Norte América tenemos la plena evidencia de que un mastodonte, un elefante, el megaterio, el megalonyx, el glyptodon, un caballo estinguido i un buei, igualmente coexistieron con numerosas conchas recientes, terrestres, de agua dulce i marinas. La enumeracion de estos estinguidos animales de Norte America nos lleva naturalmente a referirnos al parentesco anterior mas estrecho de los mamíferos de las dos Américas, que he discutido en mi «Diario», e igualmente a la gran estension del continente que abarcaba su área de dispersion. Así, la misma especie del Megatherium, Megalonyx, Equus (en cuanto el estado de sus restos permite identificarlos) se estendió desde la rejion austral de los Estados Unidos de Norte América hasta Bahía Blanca, latitud 39° S., en la costa de la Patagonia. El hecho de que estos animales hayan habitado las rejiones tropical i templada, no me parece de gran dificultad, si se tiene presente que en el Cabo de Buena Esperanza varios cuadrúpedos, tales como el elefante i el hipopótamo, se encuentran desde el Ecuador hasta la latitud 35° S. El caso del *Mastodon Andium* es mucho mas difícil de esplicar, pues se ha encontrado desde la latitud 36° S. hasta el estremo norte del Brasil, en casi toda su estension i hácia la cordillera hasta rejiones que, segun M. d'Orbigny,

orillan las nieves perpetuas, i que se hallan casi desprovistas de vejetacion. Indudablemente el clima de la cordillera debe haber sido diferente cuando el mastodonte la habitó; pero no debemos olvidar el caso del mammuth i el rinoceronte de la Siberia, que manifiestan qué estremadas condiciones climatolójicas pueden soportar los mas grandes paquidermos, ni olvidar el hecho de que el guanaco se encuentra al presente en los desiertos bajos i cálidos del Perú, los elevados picos de la cordillera i las rejiones húmedas, vestidas de bosques de la Tierra del Fuego; el puma tambien se encuentra desde el Ecuador hasta el Estrecho de Magallanes, i he visto sus rastros sólo un poco mas abajo del límite de las nieves perpetuas, en la cordillera de Chile.

En el período tan reciente, jeolójicamente hablando, de la existencia de estos mamíferos estinguidos, pobló ámbas Américas un número prodijioso de cuadrúpedos, muchos de talla jigantesca, porque, ademas de los citados particularmente en este capítulo, debemos referir a este mismo período los restos asombrosamente numerosos, algunos específica i otros jenéricamente relacionados con los de las Pampas, descubiertos por MM. Lund i Clausen en las cavernas del Brasil.

Finalmente, los hechos aquí espuestos nos manifiestan con qué prudencia debemos proceder al juzgar de la antigüedad de una formacion por las diferencias, aun numerosas, entre las especies estinguidas i las actualmente vivas, cualquiera que sea la fauna de que se trate, i con qué desconfianza debemos aceptar la proposicion jeneral de que los cambios en las formas orgánicas son total i necesariamente correlativos al trascurso del tiempo.

Suplemento.—Sobre el espesor de la formacion pampeana, cerca de Buenos Aires.—He recibido de M. Sourdeaux i J. Coghlan, Esq. C. E. por conducto de E. B. Webb. Esq. C. E. algunas excelentes secciones de dos pozos artesianos últimamente abiertos en Buenos Aires, i ejemplares de las mismas. Me permito presentar estos ejemplares a la Sociedad Jeolójica, pues serán de considerable utilidad a cualquiera que investigue la jeolojia de ese pais. La formacion pampeana es en

varios respectos mui interesante, por el número estraordinarios de restos que contiene de varios mamíferos estinguidos, tales como el Megaterio, el Mylodon, el Mastodonte, el Toxodon, etc., i por su gran estension, que es de norte a sur, de 750 millas jeográficas por lo ménos, i cubre un área completamente igual a la de la Francia. Creo, pues, que debe conservarse una relacion de estos pozos. Al sur, en el rio Colorado, la formacion pampeana encuentra la gran formacion terciaria de la Patagonia; i al norte, en Santa Fé de Bajada, yace sobre esta misma formacion con sus varias conchas estinguidas.

En la rejion central, cerca de Buenos Aires, no se ha encontrado ningun corte natural que dé una idea de su espesor; pero en dos pozos artesianos (figs. 31 i 32) se vé que el lodo pampeano, con tosca, se estiende en hondura desde el nivel del Rio de la Plata hasta una profundidad de 61 piés, a lo que debe agregarse 55 piés sobre el nivel del rio. Estos lechos arcillosos descansan sobre arena gruesa, que contiene la *Azara labiata* (concha característica de la formacion pampeana) i alcanza un espesor de cerca de 93 piés. De manera que el espesor total de la gran formacion pampeana o estuarina, cerca de Buenos Aires, tiene aproximadamente 210 piés.

Esta formacion descansa sobre varios lechos marinos compuestos de arcilla verde endurecida, arena con corales, arenisca i caliza, que alcanzan un espesor total de 107 piés i contienen fragmentos de la gran *Ostra Patagonica, O. Alvarezii* (?) *Pecten paranensis* i otras conchas, que, aunque no han sido comparadas prolijamente, son sin duda las mismas encontradas por M. A. d'Orbigny i el autor, en Santa Fé de Bajada, i en varios puntos de la costa de la Patagonia. La ya enorme i continua estension de la formacion terciaria Patagónica, se halla así enormemente dilatada. Infrapuesto a estos lechos, se encontró un banco de arcilla calcárea roja, mui margosa hácia su parte inferior, e interpolado con capas de arena. Su espesor es de 213 piés i fué reconocido

hasta una profundidad de 470 piés, a partir del nivel del Rio de la Plata.

Esta masa inferior carece de fósiles, i su edad, por consiguiente, es desconocida (1), pero, debo agregar, que ví en dos puntos de la rejion occidental del Uruguai, debajo de los estratos terciarios marinos, lechos de una arcilla roja, con concreciones margosas, que por su semejanza mineralójica con la formacion pampeana superpuesta, parecia indicar un antiguo depósito lacustre del Rio de la Plata, sobre el cual se depositarian subsiguientemente los lechos terciarios marinos, que a su vez fueron cubiertos por la formacion lacustre mas moderna, con sus restos de numerosos mamíferos jigantescos, que constituye actualmente las vastas llanuras de las Pampas.

LOCALIDADES DE LA REJION DE LAS PAMPAS DONDE SE HAN ENCONTRADO GRANDES HUESOS

En Bahía Blanca, en Punta Alta, fueron descubiertos el Megatherium, el Megalonyx, el Scelidotherium, el Mylodon, el Holophractus (o un jénero próximo) el Toxodon, el Macrauchenia i un Equus; i en Monte Hermoso, un Ctenomys, el Hidrochaerus, algun otro roedor i los huesos de un gran cuadrúpedo megateroide. Al norte de la Sierra-Tapalguen, existe el rio Huesos, que probablemente debe su nombre a grandes huesos fósiles. Cerca de Villanueva i en las Amerias, no léjos del Salado, fueron encontrados, segun Sir. W. Parish, tres esqueletos casi completos, uno del Megatherium, otro del *Glyptodon clavipes* i uno de algun cuadrúpedo Dasypoide. He visto un diente de un Mastodonte del Salado; un poco al norte de este rio, en las orillas de un lago, cerca de la G. del Monte, ví muchos huesos i una gran pieza de una armadura dermal; mas arriba del Salado, hai un lugar llamado Monte Huesos. En Matanzas; cerca de 20 millas al sur de Buenos Aires, el esqueleto de un Glyptodon fué encontrado como a 5 piés debajo de la superficie; aqui tambien se hallaron restos

(1) El doctor Burmeister la cree silúrica.

del *Glyptodon clavipes*, *G. ornatus* i del *G. reticulatus*. El señor Angelis, en una carta que he tenido a la vista, hace mencion de algunos grandes restos hallados en Buenos Aires, a una profundidad de 20 varas; 7 leguas al norte de esta ciudad, el mismo autor encontró el esqueleto del *Mylodon robustus* i del *Glyptodon ornatus*. De estas localidades ha enviado últimamente al Museo Británico los siguientes fósiles: Restos de tres o cuatro ejemplares del Megatherium; de tres especies del Glyptodon; de tres ejemplares del Mastodon Andiun; del Macrauchenia; de una segunda especie de Toxodon, diferente del *T. platensis;* i últimamente del Machairodus, carnívoro enormemente grande.

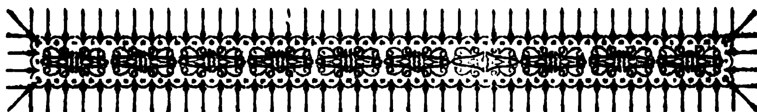
M. d'Orbigny ha recibido últimamente del Recolate, cerca de Buenos Aires, un diente del *Toxodon platensis;* siguiendo al norte, a lo largo de la orilla occidental del Paraná, llegamos al rio Lujan, donde los dos esqueletos del Megatherium fueron encontrados; i últimamente, a ocho leguas de la ciudad de Lujan, el doctor F. X. Muñiz ha recojido, a una profundidad media de 18 piés, numerosos restos de no ménos de nueve especies distintas de mamíferos, segun creo. En Areco, se han encontrado grandes huesos, cuyo tamaño los habitantes atribuyen al agua del rio que creen los ha hecho crecer! En Arrecife se encontró el Glyptodon que fué enviado al «College of Surgeons», i he visto dos dientes de un Mastodonte de esta rejion. En San Nicolas, M. d'Orbigny halló restos de un Canis, Ctenomys i un Kerodon; i M. Isabelle habla de un jigantesco Armadillo encontrado aquí. En San Cárlos, se dice existen grandes huesos, i un poco mas abajo de la boca del Carcarana se encontraron los dos esqueletos del Mastodonte; i en los bancos de este rio, cerca de San Miguel, hallé dientes del Mastodonte i del Toxodon. «Falkner» describe la armadura ósea de un gran animal; i he oido hablar tambien de muchos otros huesos en esta vecindad. He visto ademas en la posesion de M. Caldcleugh el diente del *Mastodon Andium*, que se dice se encontró en el Paraguai; este mismo viajero refiere que un gran esqueleto fué hallado en el rio de Contas, en Brasil. El punto de las Pampas mas

distante al oeste en que se dice existen huesos fósiles, son las inmediaciones del rio Quinto.

En Entre Rios, ademas de los restos del Mastodon, del Toxodon, del Equus i del gran cuadrúpedo Dasypoide de Santa Fé de Bajada, obtuve noticias de huesos hallados un poco al sureste de Punta Gorda (en Paraná) i de un esqueleto entero, en Matanzas, en el arroyo del Animal.

En el Uruguai, ademas de los restos del Toxodon, del Mylodon i de los esqueletos de grandes animales de armadura ó (sea distinta de la del Glyptodon) encontrados en los arroyos de Sarandis i Berquelo, M. Isabelle dice que muchos huesos han sido hallados cerca del rio Negro i en el rio Arapey afluente del Paraguai en latitud 30° 40′ S. He oido hablar de huesos cerca del nacimiento del arroyo Víboras. Vi los restos de un cuadrúpedo Dasypoide del arroyo Seco, inmediato a Montevideo i M. d'Orbigny hace mencion de otro encontrado en Pedernal, afluente del Santa Lucía. El señor Angelis refiere que un tercer esqueleto de esta familia se encontró cerca de Canelones. Vi un diente del Mastodonte procedente de Talas, otro afluente del Santa Lucía. El punto mas oriental en que he oido se han hallado grandes huesos es Solis Grande, entre Montevideo i Maldonado.





CAPITULO V

Formaciones terciarias antiguas de la Patagonia i de Chile

Rio Negro.—Poco debo agregar a la descripcion detallada que presenta M. d'Orbigny de la formacion de arenisca de este distrito. Los barrancos al sur del rio tienen cerca de 200 piés de altura, i se hallan compuestos de arenisca de varias tintas i grados de dureza. Observé un pequeño lecho que constaba de materia térrea, de un color rojizo pálido, con algo de yeso i mui análoga (segun las muestras que he traido consigo) al cieno pampeano i sobre el cual se hallaba una capa de una roca margosa compacta, con manganeso dentrítico. Muchos cantos de un conglomerado de guijarros de pómez, aglutinados en una dura arenisca, se hallan diseminados al pié del barranco i han caido de arriba evidentemente. Unas pocas millas al NE. de la ciudad encontré cerca de la base de la arenisca, un lecho de unas pocas pulgadas de espesor, de un sedimento áspero al tacto, friable i blanco, que se adhiere a la lengua, fácilmente fusible i de poca gravedad específica. Examinado al microscopio se vé que es una toba volcánica, formada de cristales rotos i trasparentes. En los barrancos, al sur del rio, hai así mismo un lecho delgado de una naturaleza mui análoga, pero de grano mas fino i no tan blanca;

puede fácilmente equivocarse con una toba calcárea, pero no contiene cal. Esta sustancia se asemeja precisamente a una formacion mucho mas estensa i de gran espesor, de la Patagonia Austral, que se describirá en seguida i que es notable por hallarse formada parcialmente de infusorios.

Estos lechos, conjuntamente con el conglomerado de pómez, son interesantes, pues demuestran la naturaleza de la accion volcánica en la Cordillera, durante este antiguo período terciario.

En un lècho de la base de los barrancos del sur, M. O'Orbigny encontró dos conchas lacustres estinguidas, a saber: un Unio i una Chilina. Este lecho descansaba sobre otro que contenia huesos de un estinguido roedor, a saber: el *Megamis Patagoniensis;* i éste a su vez sobre otro con conchas marinas estinguidas. Las especies encontradas por M. d'Orbigny en diversas partes de esta formacion, constan de:

1. Ostrea Patagonica, d'Orbigny (tambien se halla en Santa Fé i en toda la costa de la Patagonia.)
2. Ostrea Ferrarisi, d'Orbigny.
3. Ostrea Alvarezii, id. (tambien en Santa Fé i San José.)
4. Pacten Patagoniensis, d'Orbigny.
5. Venus Munsterii, d'Orbigny (tambien en Santa Fe.)
6. Arca Bomplandiana, id. id.

Segun M. d'Orbigny, la arenisca se estiende hácia el oeste, a lo largo de la costa, hasta puerto San Antonio, i hácia el interior siguiendo el rio Negro. Al norte, la seguí hasta el lado sur del rio Colorado, donde forma un llano bajo, denudado. Esta formacion, aunque contemporánea con la del resto de la Patagonia, es enteramente diferente en composicion mineralójica, hallándose relacionada con ella sólo por el lecho blanco, delgado. Esta diferencia puede atribuirse razonablemente al sedimento acarreado en antiguas épocas por el rio Negro; a cuya accion podemos atribuir tambien la presencia de las conchas de agua dulce i de los huesos de animales terrestres.

Juzgando por la identidad de cuatro de las conchas anteriores, esta formacion es contemporánea (como lo observa

M. d'Orbigny) con la que se halla infrapuesta al depósito pampeano, en Entre Rios i en el Uruguai. La grava que cubre la arenisca, con su cemento calcáreo i nódulos de yeso, es probablemente contemporánea, por las razones dadas en el capítulo primero, con los lechos superiores de la formacion Pampeana del llano superior del norte del Colorado.

San José.—Mi inspeccion fué aquí mui breve; los barrancos tienen cerca de 100 piés de altura; el tercero i mas inferior, consta de una arenisca lodosa, lijeramente calcárea, blanda i pardo-amarillenta, algunas de cuyas porciones, cuando se las golpea, emiten un olor fétido. En este lecho era mui abundante la gran *Ostrea Patagonica*, marcada a menudo con manganeso dentrítico i pequeñas coralinas. Encontré aqui las siguientes conchas.

1. Ostrea Patagonica, d'Orbig. (tambien en Santa Fé i en toda la costa de la Patagonia.)
2. Ostrea Alvarezii, d'Orbig. (tambien en Santa Fé i en el Rio Negro.)
3. Pecten Paranensis, d'Orbig. (Santa Fé, San Julian i Puerto Deseado.)
4. Pecten Darwinianus, d'Orbig. (Santa Fé.)
5. Pecten actinodes, G. B. Sowerby.
6. Terebrátula Patagonica, G. B. Sowerby (San Julian.)
7. Moldes de una Turritella.

Las cuatro primeras especies se presentan tambien en Santa Fé, en Entre Rios, i las dos primeras en la arenisca del rio Negro. Sobre esta masa fosilífera, hai un estrato de lodo duro, pardo-claro, de grano mui fino, que encierra numerosas láminas de selenita. Todos los estratos se presentan horizontales, pero cuando se les sigue con la vista por grande espacio, se vé que tienen un lijero buzamiento hácia el este. Sobre la superficie tenemos la grava porfírica i sobre ésta, arena con conchas recientes.

Golfo Nuevo.—Segun muestras i datos suministrados por el teniente Stokes, el lecho inferior consta de arenisca blanda lodosa, análoga a la de San José, con muchas conchas quebradas, inclusos el *Pecten Paranensis*, d'Orbig., moldes de

Turritella i Scutella. Sobre éste, hai dos estratos del lodo parduzco, tambien análogo al de San José, que se hallan separados por una variedad mas arcillosa, de color mas oscuro, que encierra la *Ostrea Patagonica*. El profesor Ehrenberg ha encontrado en este lodo tres organismos microscópicos, ya conocidos; envueltos en una toba volcánica de grano fino, que luego describiré detalladamente. Algunas muestras procedentes del lecho superior, del norte del rio Chupat, consta de esta misma sustancia, pero de un color mas blanco.

Estratos terciarios análogos a los que se acaban de describir, se estienden, al parecer, a lo largo de toda la costa entre el rio Chupat i Puerto Deseado, con algunas interrupciones en que aparece el pórfido arcilloso subyacente i algunas rocas metamórficas. Estas rocas se encuentran, a intervalos, sobre un espacio de cerca de 5° de latitud, desde Punta Union hasta un punto entre Puerto San Julian i Santa Cruz, i serán descritas en el capítulo siguiente. Muchos grandes ejemplares de la *Ostrea Patagonica* se recojieron en el Golfo de San Jorje.

Puerto Deseado.—Tenemos aquí una buena seccion de la masa fosilífera inferior de cerca de 40 piés de espesor, que descansa sobre el pórfido arcilloso i puede verse a unas pocas millas al sur de la bahía. Las conchas, bastante enteras para ser reconocidas, constan de:

1. Ostrea Patagonica, d'Orbig. (tambien en Santa Fé, i toda la costa de la Patagonia.)
2. Pecten paranensis, d'Orbig. (tambien en Santa Fé, San José i San Julian.)
3. Pecten centralis, G. B. Sowerby, (tambien en San Julian i Santa Cruz.)
4. Cucullaea alta, G. B. Sowerby, (tambien en Santa Cruz.)
5. Nucula ornata, G. B. Sowerby.
6. Turritella patagonica, G. B. Sowerby.

Los estratos fosilíferos que no han sido denudados, se hallan cubiertos concordantemente por el lodo volcánico de grano fino, que alcanza un espesor considerable i se divide en dos masas: la mitad inferior es de grano mui fino, lijera-

mente untuosa i tan compacta que quiebra con una fractura semi-concoidea, aunque cede a la uña; encierra láminas de selenita: la mitad superior se asemeja precisamente al lecho del rio Negro i con la escepcion de que es mas blanco, a los lechos superiores de San José i Golfo Nuevo. En ninguna de las masas se vé el menor vestijio, a la simple vista, de formas orgánicas. Tomando el depósito en conjunto, es jeneralmente blanco, amarillento o débilmente verde; casi friable a la presion de los dedos o tan duro como creta; fácilmente fusible, de poca gravedad específica; suave al tacto, se pega a la lengua i cuando se le arroja el aliento, exhala un fuerte olor aluminoso; contiene a veces mui poca materia calcárea i algo de yeso (ademas de las láminas inclusas). Examinada al microscopio, segun el profesor Ehrenberg, consta de pequeños fragmentos vítreos de pómez, celulares, triturados i de algunos cristales rotos. En los pequeños fragmentos vítreos, este sabio reconoció estructuras orgánicas, que han sido modificadas por el calor volcánico. En los ejemplares procedentes de este lugar i de Puerto San Julian, encontró dieziseis Poligástricos i doce Fitolitarios. De estos organismos sólo siete son formas nuevas; todas son de oríjen marino i principalmente oceánico. Este depósito, a la simple vista, se asemeja al producido a menudo por la accion atmosférica sobre la superficie descubierta de las rocas feldespáticas; e igualmente a aquellos lechos de materia felspática, térrea, que alternan a veces con rocas porfídicas, como acontece en este distrito con el pórfido arcilloso, purpúreo, subyacente. Examinando algunos ejemplares al microscopio comun i comparándolos con otros de oríjen volcánico indudable, he llegado a la misma conclusion que el profesor Ehrenberg, esto es, que este gran depósito en su orijen primitivo, es de naturaleza volcánica.

Puerto San Julian.—En el lado sur de la bahía, la siguiente seccion, que reproduzco aqui, da la naturaleza de los lechos, como se ven en los barrancos del llano de 90 piés. Empecemos por la parte superior:

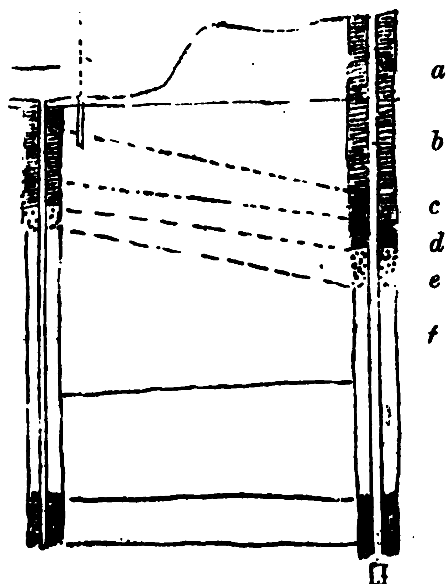


Fig. 17

Cortes comparativos de los pozos artesianos de Barrancas i Buenos Aires

a—Arcilla i tosca
b—Arena
c—Arcilla mui arenosa
d—Arcilla plástica azul oscuro
e—Tosca con nódulos calcáreos
f—Arena amarilla mui fina

1.° La masa térrea A. A. que contiene los restos del Macrauchenia, con conchas recientes en la superficie; 2.° el guijarro porfídico o grava B., que en su parte inferior se halla interestratificado (debido, a mi juicio, a redeposicion durante la denudacion) con el lodo volcánico blanco; 3.° este lodo blanco, de cerca de 20 piés de espesor i dividido en dos variedades C. i D. que se asemejan estrechamente a la especie inferior de grano fino, mas untuosa i compacta de Puerto Deseado; i como en este lugar, con mucha selenita; 4.° una masa fosilífera dividida en tres lechos principales, de los cuales el superior es delgado i consta de arerisca ferrujinosa, con muchas conchas de la gran ostra i el Pecten Paranensis; el lecho medio E. es una arenisca térrea amarillenta,

abundante en Scutellae; i el inferior F. es una arcilla arenosa endurecida, verdosa, que encierra grandes concreciones de arenisca calcárea, muchas conchas de la gran ostra i en partes casi se halla constituida por fragmentos de Balanidae. De estos tres lechos provienen las trece especies siguientes, de las cuales las dos primeras eran mui numerosas en individuos, así como las Terebrátulas i Turritellas:

1. Ostrea Patagonica, d'Orbig. (Tambien en Santa Fé i toda la costa de la Patagonia.)
2. Pecten Paranensis, d'Orbig. (Tambien en Santa Fé, San José i Puerto Deseado.)
3. Pecten centralis, G. B. Sowerby. (Tambien en Puerto Deseado i Santa Cruz.)
4. Pecten geminatus, G. B. Sowerby.
5. Terebrátula Patagonica, G. B. Sowerby. (Tambien en San José.)
6. Struthiolaria ornata, G. B. Sowerby. (Tambien en Santa Cruz.)
7. Fusus Patagonicus, G. B. Sowerby.
8. Fusus Noachinus, G. B. Sowerby.
9. Escalaria rugulosa, G. B. Sowerby.
10. Turritella ambulacrum, G. B. Sowerby. (Tambien en Santa Cruz.)
11. Pyrula, molde de, análoga a la P. ventricosa de Sowerby.
12. Balanus varians, G. B. Sowerby.
13. Scutella, distinta de la especie del Golfo Nuevo.

En el fondo de la bahía interior del Puerto San Julian, la masa fosilífera no se presenta i los barrancos desde la orilla del mar hasta la altura de 100 a 200 piés, se hallan formados por el lodo volcánico blanco, que incluye aquí innumerables láminas de yeso trasparente, verticales, inclinadas, horizontales, mui estensas i de una pulgada, mas o ménos, de espesor. Mas al interior, con escepcion de la grava superficial, todo el espesor de los cerros truncados, restos de un llano anteriormente contínuo de 950 piés de altura, se hallan formados por este lodo blanco endurecido. No obstante, en varios puntos

i a diversas alturas, se hallan interestratificadas, delgadas capas térreas, que contienen la gran ostra, el Pecten Paranensis i la Turritella Ambulacrum, demostrando así que toda la masa pertenece a una misma época. En ninguna parte encontré ni el mas pequeño fragmento de concha en el depósito blanco, con escepcion de un simple molde de Turritella. De los diezicho organismos microscópicos descubiertos por Ehrenberg en las muestras de este lugar, diez son comunes al mismo depósito de Puerto Deseado. Debo agregar que obtuve algunas muestras de este depósito blanco, con sus mismos e idénticos caracteres, procedentes de los dos siguientes puntos: uno a 20 millas al norte de San Julian, donde forma un llano, cubierto de grava, de 350 piés de altura; i el otro, a 50 millas al sur de San Julian, donde forma los barrancos que en las cartas antiguas se hallan designados con el nombre de Chalk Hills o Cerros de Creta.

Santa Cruz.—Los barrancos que cubre la grava en la boca del rio, tienen 355 piés de altura; la parte inferior, hasta un espesor de 50 a 60 piés, consta de una arenisca arcillosa o cenagosa, oscura i mas o ménos endurecida (semejante al lecho inferior de Puerto Deseado) que contiene muchísimas conchas, algunas silicatadas i algunas convertidas en espato calcáreo amarillo. La gran ostra es aquí mui numerosa e igualmente la Tregonocelia i Turritella; pero es notable la ausencia del Pecten Paranensis, que es tan comun en toda las demas partes de la costa. Las conchas indicadas son:

1. Ostrea Patagonica d'Orbig. (Tambien en Santa Fé i en toda la costa de la Patagonia.)
2. Pecten centralis, G. B. Sowerby. (Tambien en Puerto Deseado.
3. Venus meridionalis, id.
4. Grassatella Lyellii, id.
5. Candium puelchum, id.
6. Cardita Patagonica, id.
7. Mactra rugata, id.
8. Mactra Darwinii, id.
9. Cucullaea alta, id. (Tambien en Puerto Deseado.)

10. Trigonocelia insolita, id.
11. Nucula (?) glabra, id.
12. Crepidula gregaria, id.
13. Voluta alta, id.
14. Trochus collaris, id.
15. Natica sólida (?), id.
16. Struthiolaria ornata, id. (Tambien en Puerto Deseado.)
17. Turritella ambulacrum, id. (Tambien en Puerto San Julian.)
18. Fragmentos incompletos de los jéneros Byssoarca, Artemis i Fusus.

La parte superior de los barrancos se halla dividida jeneralmente en tres grandes estratos, que se diferencian lijeramente en composicion, pero se asemejan esencialmente al lodo volcánico descrito. El depósito, sin embargo, es aquí mas arenoso, de mayor gravedad específica i no tan blanco: se halla entrelazado por numerosas venas de yeso fibroso, que contienen sulfato de magnesia en polvo. Esta misma sustancia se encuentra en pequeños nidos, segun Mr. Reeks i creo que éste es el primer caso en que se presenta en venas. De los tres lechos, el del centro es el mas compacto i el que mas se asemeja a la arenisca comun; encierra numerosas concreciones esféricas achatadas, que se unen en una especie de collar, compuestas de arenisca calcárea dura que contienen unas pocas conchas. Algunas de estas concreciones tienen 4 piés de diámetro i se hallau en una línea horizontal, a 9 piés de distancia, manifestando así que la materia calcárea debe haber sido llevada a los centros de atraccion desde una distancia de $4^1/_2$ piés en ámbos lados.

En los estratos superior e inferior, que son de grano fino habia otras concreciones de un color gris, parcialmente calcáreas i de grano tan fino i tan compactas que se asemejaban a una roca porcelánica. He visto concreciones, exactamente análogas, en un lecho tobáceo volcánico en Chiloé. Aùnque en estos estratos superiores de grano fino, los restos orgánicos son mui escasos, obtuve algunos ejemplares de la gran ostra; i en un lecho blando, ferrujinoso, que se-

hallaba interpuesto, habia algunos ejemplares de la Cucullaea alta (encontrada en Puerto Deseado en la masa fosilífera inferior) i de la Mactra rugata, concha esta última que ha sido en parte convertida en yeso.

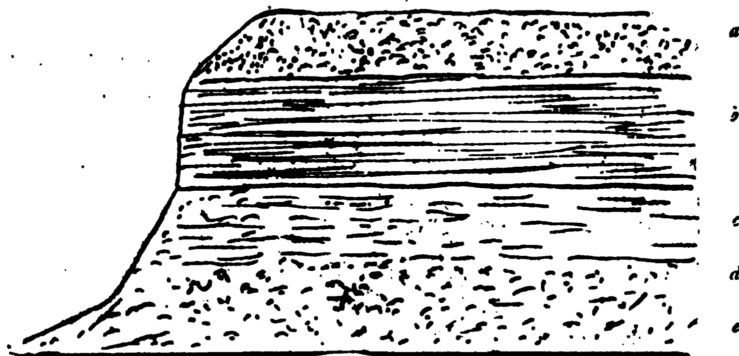


Fig. núm. 18

Corte de los llanos de la Patagonia, en los bancos del rio Santa Cruz.
Superficie del llano con cantos erráticos; 1,416 piés sobre el mar.
Nivel del rio Santa Cruz en este lugar, 280 piés sobre el mar.
a) Grava i cantos;
b) Lava balsática;
c) Capas sedimentarias;
d) Lecho de pequeños guijarros; i
e) Talus.

Ascendiendo el valle del Santa Cruz, los estratos superiores de los barrancos de la costa se prolongan 50 millas al interior, con caracteres casi iguales. Cerca de este punto, empiezan a fajarse gradual e imperceptiblemente con líneas blancas; i despues de ascender 10 millas mas, los encontramos con capas delgadas, distintas, de sedimentos fusibles, de grano fino, amarillentos, verdosos o blanquizcos. A 80 millas de la costa, en un barranco así formado, habia unas pocas capas de arenisca ferrujinosa i de una arenisca arcillosa, con concreciones de marga, análogas a las de las Pampas (1). A 100 millas de la costa, punto central entre el Atlántico i la Cordillera, tenemos la seccion que precede.

(1) En este lugar, en un espacio de ¾ de milla de largo, al lado norte del rio i ½ milla de ancho, se ha producido un gran resbalamiento que ha

La mitad superior de la masa sedimentaria, debajo de la lava basáltica, consta de innumerables zonas de materia sedimentaria, a veces incoherente, de grano fino, amarillenta o parduzca, verde o blanca. Las variedades blancas, traquíticas, semejantes a tobas, son talvez de mayor gravedad específica que el lodo volcánico de la costa del norte. Algunos de los lechos, especialmente los pardos, son mas bastos, de manera que los cristales rotos se pueden distinguir con un lente débil. Los lechos varían de carácter en cortas distancias. Con escepcion de algunos pocos ejemplares de la Ostrea Patagónica, que parecen haber rodado desde arriba del barranco, no se han encontrado restos orgánicos. La diferencia principal entre estos lechos, tomados en conjunto i los lechos superiores de la boca del rio i de la costa norte, parece que se debe a la presencia ocasional de mayor materia colorante i en que este aumento ha sido intermitente; estos caracteres, como lo hemos visto, desaparecen mui gradualmente a medida que se desciende el valle i este hecho puede esplicarse quizas, atribuyéndolo a la accion de las corrientes de un mar mas abierto que mezclarian un sedimento procedente de una fuente distante e intermitente.

Los lechos oscuros de la misma seccion descansan sobre una masa, al parecer de gran estension, (pero que se halla mui oculta por el talus) de arenisca blanda, compuesta en su mayor parte de pequeños guijarros de 1 a 2 décimos de pulgada de diámetro, de las mismas rocas (a escepcion de la lava basáltica) que componen los grandes cantos de la superficie del llano, i probablemente la cordillera próxima. Cinco millas mas arriba e igualmente 30 millas (1), (el llano

---

formado cerros de 60 a 70 piés de altura i solevantado los estratos hasta colocarlos en posiciones mui inclinadas i aun verticales. Estos buzan jeneralmente 45° hácia el barranco sobre el cual han resbalado. He observado en esta clase de accidentes, en pequeña i grande escala, que este buzamiento hácia adentro es mui jeneral. ¿Se debe talvez a la presion hidrostática del agua, que atraviesa con dificultad los estratos, que obra con mayor fuerza sobre la base de la masa que contra la parte superior?

(1) Encontré en ámbos lugares, pero no *in situ*, cantidades de madera silicatada de coníferas i dicotiledóneas comunes, segun M. R. Brown.

inferior, sito entre los escarpes superiores, esto es, a 20 millas del cordon mas próximo de la cordillera) se halla formado, como puede verse en los bancos del rio, de una arenisca laminada, mas térrea, casi igual, pero de grano mas fino, que alterna con lechos arcillosos, i contiene numerosos guijarros de regular tamaño de las mismas rocas, i algunas conchas de la gran Ostrea Patagonica. Como la mayor parte de estas conchas han sido rodadas ántes de ser envueltas, su presencia no prueba que la arenisca pertenezca a la gran formacion terciaria de la Patagonia, porque han podido ser depositadas nuevamente, cuando el valle existió a manera de un estrecho de mar. Sin embargo, como entre los guijarros no habia ninguno de basalto, aunque los barrancos en ámbos lados del valle se hallan compuestos de esta roca, creo que la arenisca pertenece a esta formacion. Desde el alto punto a que ascendí, a 20 millas distante del mas próximo declive de la Cordillera, pude ver los lechos blancos, fajados horizontalmente, estendiéndose debajo de la lava basáltica negra hasta las montañas, de manera que el valle del Santa Cruz da una hermosa idea de la constitucion de todo el ancho de la Patagonia.

Lava basáltica del Santa Cruz.—Esta formacion se encuentra primeramente a 67 millas de la boca del rio; de ahí se estiende sin interrupcion por el lado norte del valle, aunque no esclusivamente, hasta el pié de la cordillera. El basalto es jeneralmente negro i de grano fino, a veces gris i laminado, contiene algo de olivina, i valle arriba mucho felspato vítreo, donde tambien es a menudo amigdaloide; no es nunca mui vesicular, escepto en los lados de las grietas i en las superficies superiores e inferiores, laminadas esféricamente. Es con frecuencia columnar; i en un sitio vi magnificas columnas cuyas caras tenian 12 piés de ancho, i sus intersticios llenos de toba calcárea. Las corrientes descansan concordantemente sobre los lechos blancos sedimentarios, pero no me fué posible ver su juncion actual. Estos lechos blancos no se presentan aquí superpuestos sobre la lava pero un poco mas arriba del valle, al pié de los escarpes

superiores, deben hallarse en esta posicion. Ademas, en el punto mas bajo del valle, donde las corrientes se adelgazan i terminan en proyecciones irregulares, los espacios o intervalos entre estas proyecciones se encuentran llenos hasta el nivel de las superficies de los llanos, ahora denudados i cubiertos de grava, con los lechos sedimentarios de zonas blancas; lo que prueba que esta materia continuó depositándose despues de la fluccion de las corrientes. De ahí que podamos concluir que el basalto es contemporáneo con las partes superiores de la gran formacion terciaria.

La lava, donde se encuentra primeramente, tiene 130 piés de espesor; consta ahí de dos, tres o mayor número de corrientes, separadas unas de otras por esferoides vesiculares, semejantes a los de la superficie. Habiéndose estendido, segun se vé, a diversas distancias, los puntos terminales son de alturas desiguales. Jeneralmente la superficie del basalto es lisa; pero en un sitio valle arriba, era tan desigual i accidentada que hasta que no ví posteriormente que las corrientes se estendian sin interrupcion, a ámbos lados del valle, hasta una altura de cerca de 3,000 piés, junto a la cordillera, creí que los cráteres de erupcion se hallaban probablemente próximos o ahí mismo. Esta superficie accidentada, creo que ha sido producida por el cruzamiento i acumulacion de diferentes corrientes. En un lugar habia varios morritos redondeados. de cerca de 20 piés de altura, algunos tan anchos como altos i algunos mas anchos, los que ciertamente habian sido formados miéntras la lava se hallaba en estado fluido, porque en algunos cortes trasversales se veia cada uno concéntricamente laminado, i compuesto de columnas imperfectas que irradiaban de centros comunes, como los radios de una rueda.

La masa basáltica tiene en el sitio mas bajo en que se presenta, como he dicho, 130 piés de espesor, i 35 millas mas arriba llega hasta 322 piés; en las primeras 14½ millas de esta distancia, la superficie superior de la lava desciende hácia el Atlántico, a juzgar por tres medidas tomadas sobre el nivel del rio (cuya inclinacion, aparentemente mui uniforme, se ha calculado desde su mayor altura hasta un punto a 135

millas de su boca) bajo un ángulo de sólo 0°7'20". Esta debe considerarse sólo como una medida mui aproximada. Tomando el total de las 35 millas, la superficie superior desciende bajo un ángulo de 0°10'53"; resultado que no tiene ningun valor con relacion a la inclinacion de una corriente determinada, pues en la mitad de estos dos puntos de medida, la superficie se eleva repentinamente de 100 a 200 piés, debido aparentemente al remanso o terminacion de algunas de las corrientes superiores. Por las medidas hechas en estos dos puntos, que se hallan a 35 millas de distancia, la inclinacion media de los lechos sedimentarios, sobre los cuales la lava ha corrido, es *actualmente* (despues de la emersion) sólo de 0°7'52". Debe tenerse presente, por via de comparacion, que el fondo del mar actual, en una línea desde la boca del Santa Cruz hastas las islas Falklands, i en una profundidad de 17 hasta 85 brazas, declina bajo un ángulo de 0°1'22"; entre la ribera i la profundidad de 17 brazas, el declive es mayor. Desde mas o ménos la mitad de la distancia, valle arriba, la masa balsática se eleva mas abruptamente hasta el pié de la cordillera, esto es, desde una altura de 1,304 piés hasta cerca de 3,000 sobre el mar.

Este gran diluvio de lavas es digno, por sus dimensiones, del gran continente a que pertenece. Las corrientes agregadas han corrido desde la Cordillera hasta una distancia (que no tiene igual, segun creo, en ningun caso conocido) de cerca de 100 millas jeográficas. Cerca de su estremidad inferior, tiene 130 piés de espesor, el que a 35 millas al interior llega, como hemos visto, hasta 322 piés. La menor inclinacion, segun M. E. de Beaumont de la superficie superior de una corriente de lava, a saber, 0°30', es la de la gran erupcion sub-aérea de 1783 del Skaptar Jukul de Islandia; i M. E. de Beaumont mostró que debió haber corrido bajo una inclinacion media de ménos de 0°20'. Pero tenemos ahora que bajo la presion del mar, corrientes sucesivas han fluido sobre un fondo plano con una inclinacion media de no mas de 0°7'52"; i que la superficie superior de la porcion terminal (sobre un espacio de 14 i 1/2 millas), tiene una inclinacion de no mas

de 0°7′ 20″. Si la elevacion de la Patagonia ha sido mayor cerca de la Cordillera que cerca del Atlántico (como es probable), entónces estos ángulos son actualmente mui grandes. Debo repetir que si las medidas anteriores que fueron cuidadosamente tomadas con el barómetro, pueden no ser absolutamente exactas, no deben ser mui erróneas.

Al sur del Santa Cruz, los barrancos del llano de 840 piés se estienden hasta Cala Coy i debido a que presentan manchones descubiertos del sedimento blanco, se citan en los mapas como «análogos a la costa de Kent». En Cala Coy, el llano alto dobla hácia el interior, dejando cerros o mesetas planas.

En puerto Gallegos, (lat. 51° 35′, i 90 millas al sur del Santa Cruz) me informó el capitan Sulivan R. N. que habia un llano cubierto de grava, de 200 a 300 piés de altura, formado por numerosos estratos, algunos de grano fino i de colores claros, análogos a los lechos superiores de la boca del Santa Cruz; otros mas oscuros i bastos, que se asemejaban a areniscas o tobas i encerraban fragmentos no pequeños de rocas volcánicas, aparentemente descompuestas; habia tambien algunas capas de grava intercaladas. Esta formacion es mui notable, porque abunda en restos de mamíferos, que aun no han sido examinados por el profesor Owen, pero que encierran muchos ejemplares de especies pequeñas i aun grandes, de Paquidermos, Destentados i Roedores. Por el aspecto de los lechos de grano fino i de colores pálidos, me inclino a creer que corresponden con los lechos superiores del Santa Cruz; pero el profesor Ehrenberg, que ha examinado algunas de las muestras, me dice que los organismos microscópicos que encierran son totalmente diferentes, siendo formas de aguas dulce i salobre. De aquí que el llano de 200 a 300 piés de Puerto Gallegos sea de edad desconocida, aunque probablemente de orijen subsiguiente a la gran formacion terciaria patagónica.

Tierra del Fuego Oriental.—A juzgar por la altura, el aspecto jeneral i el color blanco de los manchones visibles de las faldas de los cerros, el llano superior, al norte i al lado

oeste del Estrecho de Magállanes i a lo largo de la costa este de la Tierra del Fuego, hácia el sur hasta cerca del puerto de SanPolicarpo, probablemente pertenece a la gran formacion terciaria patagónica.

Estas altas mesetas se hallan rodeadas de llanos estensos, bajos e irregulares, pertenecientes a la formacion errática, i compuestos de masas bastas i sin estratificacion, asociadas a veces, (como al norte del cabo Vírjenes) con areniscas finas, laminadas i lodosas. Los barrancos en la bahía de San Sebastian, tienen 200 piés de altura i se hallan compuestos de areniscas finas, a menudo en capas curvilíneas, incluyendo concreciones duras de arenisca calcárea i capas de grava. En estos lechos hai fragmentos de madera, patas de cangrejos, picos incrustados, coralinas que conservan todavia parcialmente su color, fragmentos imperfectos de una Pholas, distinta de toda especie conocida i de una Venus mui parecida, aunque lijeramente diferente en la forma, de la *V. lenticularis*, especie que vive en la costa de Chile. Entre las láminas de la arenisca lodosa, se encuentran numerosas hojas de árboles que, segun el Dr. J. D. Hooker pertenecen a tres especies de hayas deciduas, diferentes de las dos especies que forman en su mayor parte los bosques de esta rejion. Por estos hechos, es difícil conjeturar si tenemos aquí la parte basal de la gran formacion patagónica o algun depósito posterior.

Resúmen sobre la formacion terciaria Patagónica.—Cuatro de las siete conchas fósiles, de Santa Fé, en Entre Rios, fueron encontradas por M. d'Orbigny en la arenisca del Rio Negro i por mí en San José. Tres de las seis de San José, son idénticas con la de Puerto Deseado i San Julian, lugares que conjuntamente tienen diez especies, de las cuales tres, son comunes a ámbas. Santa Cruz tiene diezisiete especies, de las cuales cinco son comunes a Puerto Deseado i San Julian. Considerando la diferencia de latitud entre estos varios lugares i el pequeño número de especies que reunen en conjunto, a saber, treinta i seis. creo que el número proporcional espresado de especies en comun, es suficiente para desmostrar que

la masa inferior fosilifera pertenece no aproximada, sino absolutamente, a una misma época. Qué época puede ser, comparada con los pisos terciarios de Europa, M. d'Orbigny no pretende determinarlo. Las treinta i seis especies, (comprendiendo las recojidas por mí mismo i M. d'Orbigny) son todas estinguidas o a lo ménos no conocidas; pero debo tenerse presente que la costa actual se compone de guijarros i que nadie, segun creo, se ha ocupado en el dragado de conchas hasta ahora, por lo que no es improbable que algunas de las especies pueda encontrarse viva en adelante. Algunas pocas especies se hallan estrechamente relacionadas con las existentes; éste es precisamente el caso, ségun M. d'Orbigny i Mr. Sowerby, con el *Fusus Patagonicus* i segun Mr. Sowerby con la *Pyrula*, la *Venus meridionalis*, la *Crepidula gregaria*, la *Turritella ambulacrum* i *T. Patagonica.* Por lo ménos tres de los jéneros, a saber, Cucullaea, Crassatella i (segun Mr. Sowerby) Struthiolaria, no se han encontrado en esta parte del mundo; i Trigonecelia es estinguido.

Esta evidencia en conjunto, indica que la gran formacion terciaria es de considerable antigüedad; pero cuando tratemos de los lechos de Chile, volveremos sobre este asunto de nuevo. La arcilla o lodo blanco volcánico con su abundancia de yeso, pertenece a la misma época jeneral que la masa fosilífera subyacente, como puede inferirse por las conchas encerradas en las capas intercaladas en el Golfo Nuevo, San Julian i Santa Cruz. De las veintisiete estructuras microscópicas marinas encontradas por el profesor Ehrenberg en las muestras de San Julian i Puerto Deseado, diez son comunes a estos dos lugares; las tres encontradas en el Golfo Nuevo, son distintas

He descrito detalladamente este depósito, por sus notables caracteres i por su mucha estension. Desde Cala Coy hasta Puerto Deseado, 230 millas de distancia, es ciertamente contínuo, i tengo razones para creer que se estiende igualmente hasta el rio Chupat, el Golfo Nuevo i San José, una distancia de 570 millas. Hemos visto tambien que un solo lecho se presenta en el rio Negro. En Puerto San Julian tiene 800 a

900 piés de espesor; i en Santa Cruz se estiende con un caracter lijeramente alterado hasta la Cordillera. Por su estructura microscópica i por su analojía con otras formaciones de distritos volcánicos, puede considerarse como orijinalmente de oríjen volcánico. Es posible que haya sido formado por la prolongada atricion de vastas cantidades de pómez o por la prolongada erupcion de nubes de finas cenizas, a juzgar por la manera en que la masa asciende el valle del Santa Cruz, dividida en varias capas diversamente coloreadas. En todo caso, debemos concluir que los orificios volcánicos del sur de la Cordillera, ahora en un estado de calma o apagados, se hallaron en accion en este período, sobre un ancho espacio i por un gran lapso de tiempo. Tenemos evidencia de este hecho en la latitud del rio Negro, en la arenisca-conglomerado con pómez, i prueba demostrativa de ello, en Santa Cruz, en el gran diluvio de lava basáltica. En este mismo período terciario, tambien hai distinta evidencia de la accion volcánica al oeste del Uruguai. La formacion terciaria patágonica se estiende sin interrupcion, a juzgar por los fósiles solamente, desde Santa Cruz hasta cerca del rio Colorado, una distancia de mas de 600 millas i reaparece sobre una ancha áerea en Entre Rios i la República del Uruguai, formando una estension total de 1,100 millas; pero esta formacion indudablemente se estiende (aunque no se recojieron fósiles) hasta mas al sur del Santa Cruz i, segun M. d'Orbigny, 120 millas al Norte de Santa Fé. En Santa Cruz, hemos visto que se estiende a traves del continente, ofreciendo en la costa cerca de 800 piés de espesor (i quizas mas en San Julian) i elevándose con las corrientes de lava contemporánea, a una altura de cerca de 3,000 piés en la base de la Cordillera. Descansa, donde quiera que la formacion subyacente se ha podido ver, sobre rocas plutónicas i metamórficas. Incluyendo el depósito pampeano mas moderno i los estratos de la Tierra del Fuego, de dudosa edad, así como la formacion errática, tenemos una línea de mas de 27° de latitud, igual a la del Estrecho de Gibraltar hasta el sur de la Islandia, compuesta sin interrupcion de formaciones terciarias.

En todo este inmenso espacio, el solevantamiento ha tenido lugar, sin que los estratos hayan sido, sin una sola escepcion que yo sepa, desigualmente elevados o dislocados por una falla.

FORMACIONES TERCIARIAS DE LA COSTA OCCIDENTAL

Archipielago de los Chonos.—Las numerosas islas de este grupo, con escepcion de Lemus, Lemui? e Ipun, constan de esquistos metamórficos; estas dos islas se hallan formadas de areniscas, a menudo laminadas, fusibles, gris o pardas, algo blandas, que contienen unos pocos guijarros, fragmentos de lignita negra i numerosas concreciones mamelonadas de arenisca calcárea, dura. De estas concreciones en Ipun (lat. 40°30′ S.) estraje las cuatro siguientes especies de conchas estinguidas:

1. Turritella suturalis, G. B. Sowerby (tambien en Navidad.)
2. Sigaretus subglobosus, id.
3. Cytheraea (¿) sulculosa (?), id. (tambien en Chiloé i Huafo ?)
4. Voluta, fragmentos de.

En la parte norte de este grupo, hai algunos barrancos de grava i de la formacion errática, i al sur (en P. Andres en Tres Montes) hai una formacion volcánica, probablemente de orijen terciario.

Las lavas alcanzan un espesor de 200 a 300 piés; son estremadamente variables en color i naturaleza, siendo compactas o brechoideas, celulares o amigdaloides con zeolita,

---

(1) El naturalista señor señor E. Ibar encontró (Viaje a la Patagonia austral) en la rada de las Minas de las Aguas de Skyring (lat. 52°32′49″ i long. 71°46′37″ O.) al pié del ribazo que forma la estremidad O. i donde se encuentran los mantos carboníferos, un lecho de fósiles, compuesto de:

1. Ostrea Bourgeoisi, Remond.
2. Panopaea Torresi, Ph.
3. Mytilus, esp. diferente del M. Magellanicus.
4. Pectunculus, especie nueva i bastante grande, nombrada Pectunculus, Ibari por el doctor Philippi.

ágata i bole, o porfídicas con felspato albita, vitreo. Hai tambien mucha retinita o piedra pez imperfecta, fragmentada, cuyos insterticios se hallan llenos de carbonato de cal friable, aparentemente de orijen contemporáneo. Estas lavas se hallan concordantemente asociadas con estratos de brecha i tobas volcánicas, pardas, que contienen lignita. Toda la masa ha sido fracturada i solevantada bajo un ángulo de 45°, por una serie de grandes diques volcánicos, uno de los cuales media 30 yardas de ancho. Esta formacion volcánica se asemeja a otra de Chiloé, que en seguida describiremos.

Huafo.—Esta isla se halla entre los grupos de Chonos i Chiloé; tiene cerca de 800 piés de altura i quizas posee un núcleo de rocas metamórficas. Los estratos que examiné constaban de areniscas de grano fino, lodosas, con fragmentos de lignita i concreciones de arenisca calcárea. Recojí las siguientes conchas estinguidas, de las cuales la Turritella era mui abundante:

1. Bulla cosmophila, G. B. Sowerby.
2. Pleurotoma subaequalis, id.
3. Fusus cleryanus, d'Orbig. (tambien en Coquimbo.)
4. Triton leucostomoides, G. B. Sowerby.
5. Turritella chilensis, id. (tambien en la Mocha.)
6. Venus, probablemente una especie distinta, pero mui imperfecta.
7. Cytheraea (?) sulculosa (?) id.
8. Dentalium majus, G. B. Sowerby.

Chiloé.—Esta hermosa isla tiene cerca de 100 millas de largo.

Toda la parte sur i toda la costa occidental se compone de mica esquisto, que igualmente se vé en las quebradas del interior. Las montañas centrales se elevan a una altura de 3,000 piés i se dice que se hallan formadas parcialmente de granito i diorita. Hai dos pequeños distritos volcánicos. La costa oriental i gran parte de la estremidad norte de la isla se hallan compuestas de grava, de la formacion errática i de estratos horizontales subyacentes. Estos últimos se hallan

bien espuestos, por 20 millas al norte i sur de Castro; varian de carácter desde la arenisca comun hasta las arcillas endurecidas o lodos laminados de grano fino; todos los ejemplares que examiné eran fácilmente fusibles, i algunos de los lechos pueden denominarse areniscas volcánicas. Estos últimos estratos se hallan quizas relacionados con una masa de traquita columnar que se presenta detras de Castro. La arenisca contiene ocasionalmente guijarros i muchos fragmentos i capas de lignita; algunas de las cuales se hallan formadas aparentemente de madera i otras de hojas. Una capa al lado NO. de Lemuy tiene cerca de 2 piés de espesor. Hai tambien mucha madera silicatada, dicotiledóneas i coníferas comunes. En una seccion de una muestra, encontró Mr. R. Brown, en la direccion de las rayas medulares, colocados los discos alternadamente en una doble hilera i no opuestos, como en la verdadera Araucaria. Encontré restos marinos sólo en un punto, en algunas concreciones de arenisca calcárea dura; en varios otros distritos he observado que los restos orgánicos se hallaban esclusivamente confinados a estas concreciones. ¿Se podria esplicar este hecho por la suposicion de que las conchas vivieron sólo en estos puntos, o es mas probable quizas que sus restos fueron conservados sólo donde las concreciones se formaron? Las conchas se hallan aquí en mal estado; se componen de:

1. Tellinides (?) oblonga, G. B. Sowerby (segun M. d'Orbigny una solenella.)
2. Natica striolata, G. B. Sowerby.
3. Natica (?) pumila id.
4. Cytheraca (?) sulculosa id. (tambien en Ipun i Huafo?)

En la estremidad norte de la isla, cerca de San Cárlos, hoi Ancud, hay una gran formacion volcánica, de 500 a 700 piés de espesor. La lava mas comun es gris-oscuro o parda, ya vesicular lo amigdaloide con espato calcáreo o bole. El mayor número de las variedades oscuras dan al soplete un vidrio lijeramente coloreado. La variedad mas comun que sigue es una retinita fragmentada, no bien caracterizada que se funde en un vidrio blanco i pasa de la manera mas irregular,

a lavas pétreas grises. Esta retinita o piedra pez, así como algunos pórfidos arcillosos purpúreos, ciertamente fluyeron a manera de corrientes. Estas diversas lavas pasan con frecuencia a wackas, a una considerable hondura de la superficie, i de la manera mas brusca i singular. Grandes masas de la roca sólida son brechoideas i no fué posible descubrir si el proceso de recementacion ha sido una accion ígnea o ácuea (1). Los lechos se hallan oscuramente separados unos de otros i encierran pequeñas capas de tobas volcánicas i estratos de guijarros. En un sitio, descanzaban sobre tobas i areniscas, aparentemente de orijen submarino, i en otro se hallaban cubiertos por ellas.

La inmediata península de Lacuy se halla formada casi totalmente de depósitos tobáceos, conexionados probablemente en su orijen con los cerros volcánicos ya descritos Las tobas son de colores pálidos, i alternan con lodos i areniscas laminadas, todos fácilmente fusibles; pasan con frecuencia a lechos blancos, de grano fino, que se asemejan asombrosamente al gran depósito superior, infusorial de la Patagonia; i a veces a brechiolas, con pedazos de pómez en el último grado de descomposicion; i éstos a su vez, a brechas ordinarias, bastas i conglomerados de rocas duras.

En el espacio de mui cortas distancias, algunas de las tobas mas finas pasan a menudo unas a otras de una manera peculiar, esto es, por concreciones poligonales, irregulares, de una variedad que aumentaba tanto i tan repentinamente de tamaño que la segunda variedad que formaba la masa total era reducida a delgadas venas entre las concreciones.

---

(1) En un barranco de la masa fragmentaria mas dura, encontré varias venas verticales i tortuosas que variaban de espesor desde unos pocos décimos de pulgada;a una i media pulgadas. Estas venas constan de una sustancia que no he visto descrita. Es lustrosa i de color pardo; en láminas delgadas, trasparentes i elásticas; un poco mas dura que el espato calcáreo; infusible al soplete, a veces decrepita, desprende agua, se enrolla, se ennegrece i se hace magnética. El borax disuelve fácilmente una cantidad considerable i da un vidrio verde. No tengo idea de su naturaleza verdadera. A primera vista, creí que era lignita.

En una línea recta de barrancos, en Punta Temuy, examiné la siguiente notable seccion:

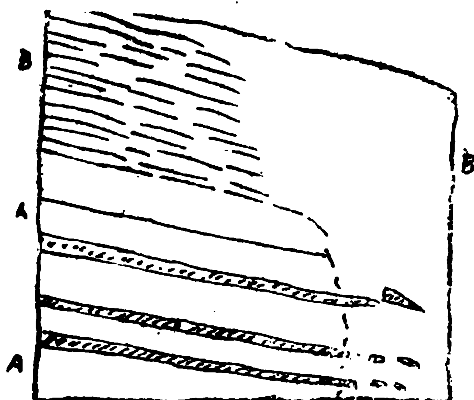


Fig. 19

Nivel del mar

A la mano izquierda, la parte inferior A A consta de estratos regulares, alternantes, de tobas volcánicas pardas i arcillas color verdoso, laminados, lijeramente inclinados a la derecha i concordantemente cubiertos por una masa (B izquierda) de un depósito blanco, tobáceo i brechoideo. A la derecha, todo el barranco (B B derecha) consta de la misma materia blanca, tobácea que en este lado presenta apénas algun vestijio de estratificacion; pero a la izquierda, se presenta dividida gradual o indistintamente en estratos enteramente concordantes con los lechos subyacentes (A A) i estos (B izquierda), a una pequeña distancia en esta direccion, donde la superficie ha sido ménos denudada, se presentan concordantemente cubiertos por otra hilada de estratos análogos a los A A subyacentes de esta seccion. Los lechos A A pueden verse terminar abruptamente, en medio de la figura contra la masa tobácea no estratificada; pero la línea de juncion no se halla bien determinada accidentalmente, debido a que ántes de que los lechos hubiesen sido

inclinados a la derecha, esta línea debe haber sido casi vertical.

Parece que una corriente sub-marina cavó por sí misma un canal profundo i escarpado i depositó en seguida o consecutivamente, la materia tobácea i brechoidea, diseminándola sobre los lechos submarinos circundantes. La materia se estratificó en las partes mas distantes i ménos perturbadas, donde fué recubierta subsiguientemente por otros estratos semejantes a los A A que se ven en la figura. Es singular que tres de estos lechos (A A) se hallen prolongados en su propia direccion, como se vé en la figura, mas allá de la línea de juncion con la materia blanca, tobácea. Las porciones prolongadas de dos de estos lechos son redondeadas: en el tercero el fragmento terminal ha sido dislocado verticalmente. No aventuraré ninguna esplicacion de estos hechos.

En otra seccion, en un promontorio al lado opuesto, habia al pié de esta misma línea de juncion, esto es, en el fondo del antiguo canal submarino, un monton de fragmentos de los estratos A A con sus intersticios llenos de materia blanca, tobácea. Esto es exactamente lo que debió haberse previsto en estas circuntancias.

Estos varios lechos tobáceos i los demas del estremo norte de Chiloé, pertenecen probablemente a la misma edad que los de cerca de Castro i contienen como éstos muchos fragmentos de lignita negra i de madera silicatada i piritosa. Abundan igualmente en muchas concreciones singulares. Las hai de arenisca calcárea, dura, en que han sido mejor conservados que en la masa circundante los cristales volcánicos rotos i escamas de mica (como en el caso de los restos orgánicos cerca de Castro). Las de la brechiola blanca son de naturaleza dura, ferrujinosa, pero fusibles; son tan redondas como balas de cañon i varían desde 2 o 3 pulgadas hasta 2 piés de diámetro; sus interiores constan jeneralmente de arena volcánica fina, apénas coherente (1), o de una toba

(1) Es notable la tendencia frecuente del hierro a formar concreciones huecas o llenas de materia incoherente. (Véase D. AUBUISSON, *Tratado de Jeognosia.*)

arcillosa; en este último caso, la corteza esterior era mui delgada i dura. Algunas de estas balas esféricas se hallaban circuidas en la línea de sus ecuadores por una hilera, en forma de collar, de otras pequeñas concreciones. Habia así mismo otras concreciones irregularmente formadas i compuestas de una piedra dura, compacta, color de ceniza, con una fractura casi porcelánica, que se adhiere a la lengua i no contiene materia calcárea. Estos lechos se hallan entrelazados por muchas venas que contienen yeso, materia ferrujinosa, espato calcáreo i ágata.

Se vé aquí con notable claridad cuan íntimamente se hallan relacionadas juntas la accion concrecionaria i la produccion de grietas i venas. La figura 20 es una representa-

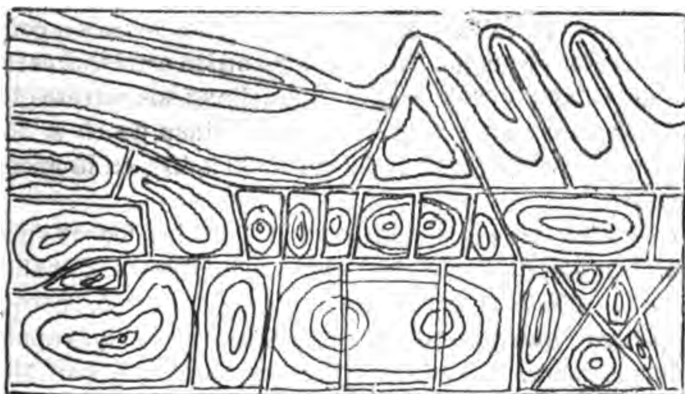


Fig. 20

cion exacta de un banco horizontal de toba volcánica, de cerca de 4 piés de largo por $2^1/_2$ de ancho. Las líneas dobles representan las grietas, parcialmente llenas con óxido de hierro i ágata; las líneas curvilíneas indican la direccion o cursos de las innumerables i concéntricas zonas concrecionarias, de diferentes tintas i grosor, de las partículas de toba. La simetría i complejidad de la disposicion da a la superficie un elegante aspecto. Puede verse con claridad cómo las

grietas determinan la forma, o han sido determinadas por ellas, de toda la concrecion o sólo de su parte central. Las grietas determinan tambien las curvaturas de las grandes zonas onduladas de la accion concrecionaria. Por la variada composicion de las venas i concreciones, podemos inferir que la accion química que la masa ha sufrido ha sido mui grande; como así mismo se deduciria de la diferencia en tamaño de las partículas de las zonas concrecionarias, que la masa se ha hallado sujeta igualmente a movimientos mecánicos internos.

En la península de Lacuy, los estratos han sido solevantados, en un ancho de 4 millas, por tres distintas líneas de elevacion (i alguna indistinta) que se dirijen de norte a sur.

Una de las línea, de cerca de 200 piés de altura, es regularmente anticlinal i sus estratos buzan hácia afuera bajo un ángulo de 15°, desde un valle central de elevacion como de 300 yardas de ancho. Un segundo cordon estrecho, escarpado, de sólo 60 piés de altura es uniclinal; sus estratos buzan todos al oeste; en ámbos flancos inclinan de 10 a 15°; miéntras que en el centro lo hacen de 30 a 40°, en la misma direccion.

Este cordon desaparece hácia el norte, i los lechos en su punto terminal, en lugar de buzar hácia el oeste, se hallan inclinados 12° al norte. Este caso me interesó, porque es el primero que encontré en Sud-América en que aparecen formaciones, quizas de orijen terciario, que han sido dislocadas por líneas de elevacion.

Valdivia: *Isla de la Mocha.*—Las formaciones de Chiloé parece que se prolongan casi con el mismo carácter hasta Valdivia, i por algunas leguas al norte de ésta. Las rocas subyacentes son esquistos micáceos i se hallan cubiertos por areniscas i otros lechos sedimentarios, que contienen, segun se me ha asegurado, capas de lignita en muchos lugares.

No desembarqué en la Mocha (lat. 38° 20') pero Mr. Stokes me trajo muestras de la arenisca gris, de grano fino, lijeramente calcárea, análoga precisamente a la de Huafo, que contiene lignita i numerosas Turritellas. La isla es apla-

nada, de 1,240 piés de altura i aparece como una proyeccion de los lechos sedimentarios del continente. Las pocas conchas que obtuve son:

1. Turritella chilensis, G. B. Sowerby, (tambien en Huafo.)
2. Fusus, mui imperfecto, algo semejante al F. subreflexus de Navidad, pero probablemente diferente.
3. Venus, fragmentos de

Concepcion.—Siguiendo hácia el norte de Valdivia, los barrancos costeros, desde cerca del rio Tolten i en una estension de 150 millas hácia el norte, se presentan con los siguientes caracteres mineralójicos. Existen, segun datos que he obtenido, muchos lechos de una lignita fina i lustrosa, e igualmente de madera silicatada. Cerca de Toltén los barrancos son bajos, pero pronto se elevan; i los estratos horizontales se prolongan casi a un mismo nivel, hasta llegar a un punto elevado, entre Rumena i Lavapiés. Aquí los lechos han sido fracturados por ocho o nueve líneas paralelas de elevacion, a lo ménos, que corren de E. ó ENE. a O. ú. OSO.

Estas líneas pueden seguirse con la vista muchas millas al interior; son todas uniclinales i sus estratos buzan entre S. y SSE. con una inclinacion en las líneas centrales de cerca de 40° i en las esteriores de ménos de 20°. Esta faja de terreno simétricamente afectada tiene cerca de 8 millas de ancho.

La isla Quiriquina, en la bahía de Concepcion, se halla formada de varias areniscas blandas i a menudo ferrujinosas, con fajas de guijarros i cuyos estratos inferiores pasan a veces a un conglomerado que descansa sobre los esquistos metamórficos, subyacentes. Estos lechos encierran capas subordinadas de una arcilla impura i verdosa; areniscas blandas micáceas i calcáreas, i una sustancia térrea, friable i rojiza, con pecas blancas semejantes a cristales descompuescos de feldespato; encierran así mismo concreciones duras, fragmentos de conchas, lignita i madera silicatada. En su parte superior pasan a sedimentos blancos i blandos i brecciolas, mui semejantes a los descritos en Chiloé, como lo es así mismo toda la formacion. En Lirquen i otros lugares del lado

este de la bahía, hai buenas secciones de las areniscas inferiores, que son jeneralmente ferrujinosas, pero que varían de carácter, i aun adquieren una naturaleza arcillosa; contienen concreciones duras, fragmentos de lignita, madera silicatada i guijarros (de las mismas rocas que los guijarros de las areniscas de la Quiriquina) i alternan con numerosas capas, a veces mui delgadas, de carbon imperfecto, jeneralmente de poca gravedad especifica. La capa principal tiene aquí 3 piés de espesor, i sólo este carbon tiene una fractura lustrosa. Hai otro lecho irregular, curvilíneo, de lignita parda compacta, que es digno de notarse porque se presenta intercalado en una masa de grava grosera. Estos carbones imperfectos, cuando se amontonan, se prenden espontaneamente Los barrancos en este lado de la bahía, así como en la isla de Quiriquina, se hallan cubiertos con una tierra roja friable, que, como se ha dicho en el segundo capítulo, es de reciente formacion. La estratificacion en estos contornos, es jeneralmente horizontal; pero cerca de Lirquen, los lechos buzan al NO. bajo un ángulo de 23°; cerca de Concepcion los hai tambien inclinados. En el estremo norte de Quiriquina, han sido sublevados bajo un ángulo de 30° i en el estremo sur, bajo ángulos que varían desde 15 a 40°. Estas dislocaciones deben haber tenido lugar bajo el mar.

Una coleccion de conchas procedentes de la isla de Quiriquina han sido descritas por M. d'Orbigny. Son todas especies estinguidas i por su carácter jenérico opina este naturalista que son de oríjen terciario. Son las siguientes:

1. Scalaria chilensis, d'Orbig.
2. Natica Araucana, id.
3. Natica Australis, id.
4. Fusus difficilis, id.
5. Pyrula longirostra, id.
6. Pleurotoma araucana, id.
7. Cardium auca; id.
8. Cardium acuticostatum, id.
9. Venus auca, id.
10. Mactra cecileana, id.

11. Mactra araucana, id.
12. Arca Araucana, id.
13. Nucula Largillierti, id.
14. Trigonia (Trigonia) Hanetiana, id.

En una segunda visita del Beagle a Concepcion, Mr. Kent coleccionó para mí madera silicatada i conchas estraidas de las concreciones de la arenisca de Tomé, situado un poco al norte de Lirquen. Estas conchas son:

1. Natica Australis, d'Orbig.
2. Mactra Araucana, id.
3. Trigonia Hanetiana, id.
4. Pecten, fragmentos probablemente de dos especies, pero mui imperfectos para ser descritos.
5. Baculitis vagina, E. Forbes.
6. Nautilus d'Orgignyanus, E. Forbes.

Ademas de estas conchas el Capitan Belcher encontró aquí un Ammonite de cerca de 3 piés de diámetro i tan pesado que no pudo traerlo consigo; algunos fragmentos fueron depositados en Haslar Hospital; encontró igualmente las vértebras silicatadas de un animal mui grande. Por la identidad de la naturaleza mineralójica de las rocas i por la minuciosa descripcion del Capitan Belcher de la costa entre Lirquen i Tomé, las concreciones fosilíferas de este último lugar pertenecen ciertamente a la misma formacion que los lechos examinados por mí mismo en Lirquen; i éstos a su vez son indudablemente los mismos que los estratos de la Quiriquina. Ademas las tres primeras conchas del Tomé, aunque asociadas en las mismas concreciones con el Baculites, son idénticas con las especies de la Quiriquina.

De ahí que toda la arenisca i lechos lignitíferos de esta rejion, pertenecen ciertamente a una misma formacion. Aunque el carácter jenérico de los fósiles de la Quiriquina condujo a M. d'Orbigny a concebir que eran de orijen terciario, sin embargo como los encontramos asociados con el Baculites vagina i con un Ammonite, debemos segun M. d'Orbigny, i à atenernos a la analojía del hemisferio norte, colocarlos en el sistema Cretáceo. Ademas el Baculites vagina, que se halla

en un regular estado de conservacion parece al profesor Forbes que es idéntico ciertamente con una especie que así ha denominado, de Pondicherry en la India, donde se halla asociado con numerosas especies decididamente cretáceas, que se aproximan mucho mas a las formas Neocómias o de la Arenisca Verde inferior. Este hecho, considerando la enorme distancia entre Chile i la India, es verdaderamente sorprendente. Aun mas, el Nautilus D'Orbignyanus, en cuanto puede compararse por el estado en que se encuentra, se asemeja, segun el profesor E. Forbes, en su forma jeneral i en la de sus cámaras, a dos especies de la arenisca verde superior. Debe agregarse que todos los jéneros de la Quiriquina, nombrados anteriormente, que tienen un carácter terciario indiscutible, se han encontrado en los estratos de Pondicherry.

Hai, sin embargo, algunas dificultades en esta opinion de que las formaciones de Concepcion son cretáceas, dificultades que espondré mas adelante; i aquí sólo estableceré que el Cardium auca se ha encontrado tambien en Coquimbo, cuyos lechos son sin duda terciarios.

Navidad.—La formacion de Concepcion se estiende hácia el norte, aunque no sé en qué distancia; porque el punto mas próximo en que desembarqué fue en Navidad, a 160 millas al norte de Concepcion i 60 al sur de Valparaiso. Los barrancos tienen aquí cerca de 800 piés de altura; se hallan compuestos, en cuanto pude examinarlos, de areniscas térreas, amarillentas, de grano fino, con venas ferrujinosas i concreciones de arenisca calcárea, dura. En un sitio habia muchos guijarros de los pórfidos metamórficos comunes de la Cordillera; i cerca de la base del barranco, observé un canto aislado diorita, redondeado i casi de una yarda de diámetro. Seguí esta formacion de arenisca debajo de la cubierta superficial de grava alguna distancia hácia el interior. Los estratos suben lijeramente en esta direccion i han sido formados indudablemente por depósitos acumulados alrededor de masas aisladas de granito, del cual se proyectan algunos puntos en la costa. La arenisca contiene fragmentos de ma-

dera al estado de lignita o parcialmente silicatada, dientes de tiburon i conchas en gran abundancia, ya en la parte superior o inferior de los barrancos marinos. Son mui numerosos en ejemplares los jéneros Pectunculus i Oliva i les siguen las Turritella i Fusus. Recojí en un pequeño espacio las siguientes treinta i una especies, todas las cuales son es tinguidas i varias cuyos jéneros no llegan actualmente tan al sur (como lo veremos en seguida):

1. Gastridium cepa, G. B. Sowerby.
2. Monoceros, fragmentos de, considerado por M. d'Orbigny como una nueva especie.
3. Voluta alta, G. B. Sowerby (segun M. d'Orbigny distinto de la V. alta de Santa Cruz.)
4. Voluta triplicata, id.
5. Oliva dimidiata, id.
6. Pleurotoma discors, id.
7. Pleurotoma turbinelloides, id.
8. Fusus subreflexus, id.
9. Fusus pyruliformis, id.
10. Fusus, aliado al F. regularis (segun M. d'Orbigny una especie distinta.)
11. Turritella suturalis, G. B. Sow.
12. Turritella Patagonica, id. (fragmentos)
13. Trochus laevis, id.
14. Trochus collaris, id. (segun M. d'Orbigny individuo jóven del T. Laevis.)
15. Cassis monilifer, G. B. Sow.
16. Pyrula distans, id.
17. Triton verruculosus, id.
18. Sigaretus subglobosus, id.
19. Natica solida, id. (es dudoso que la N. solida de Santa Cruz sea la misma especie.)
20. Terebra undulifera, G. B. Sow.
21. Terebra costellata, G. B. Sow.
22. Bulla (fragmentos.)
23. Dentalium jiganteum, id.
24. Dentalium sulcosum, id.

25. Corbis (?) laevigata, id.

26. Cardium multiradiatum, id.

27. Venus meridionalis, id.

28. Pectunculus dispar (?) Deh. (segun M. d'Orbigny especie distinta.)

29. i 30. Cytheraea i Mactra (fragmentos) segun M. d'Orbigny, especies nuevas.

31. Pecten (fragmentos.)

Coquimbo.—En una estension de mas de 200 millas al norte de Navidad, la costa se compone de rocas plutónicas i metamórficas, con escepcion de algunos lechos superficiales, de oríjen reciente, enteramente insignificantes. En Tongoi, 25 millas al sur de Coquimbo, los lechos terciarios reaparecen de nuevo. He descrito ya minuciosamente en el Capítulo segundo los llanos escalonados de Coquimbo i los lechos calcáreos superiores (de 20 a 30 piés de espesor) que contienen conchas de especies recientes, aunque en diversas proporciones que la ribera actual.

Sólo nos faltó describir los lechos antiguos terciarios, subyacentes, que se indican en la figura siguiente (aquí reproducida) con las letras F i E.

CORTE DE LA FORMA TERCIARIA DE COQUIMBO

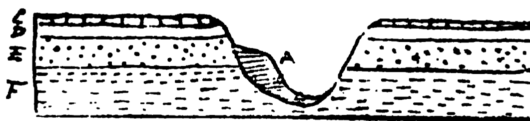


Fig. 21.—Nivel del mar

F. Arenisca inferior, con concreciones i huesos silicatados. } con conchas fósiles estinguidas, todas o casi todas.
F. Arenisca ferrujinosa superior con numerosos Balani. }

C. i D. Lechos calcáreos con conchas recientes.
A. Arenisca estratificada, en una quebrada, tambien con conchas recientes.

Obtuve buenas secciones del lecho F sólo en la bahía de Herradura: consta de una arenisca blanquizca i blanda, con

venas ferrujinosas, algunos guijarros de granito i capas concrecionarias de arenisca dura i calcárea. Estas concreciones son notables por el gran número de grandes huesos silicatados que contienen, aparentemente de Cetáceos; e igualmente de dientes de un Tiburon, que se asemejan mucho a los del Carcharias megalodon. Igualmente, contienen muchísimas conchas de las siguientes especies, entre las que predominan la gran Ostra i la Perna:

1. Bulla ambigua, d'Orbigny.
2. Monoceros Blainvillii, id.
3. Cardium auca, id.
4. Panopaea Coquimbensis, id.
5. Perna Gaudichaudi, id.
6. Artemis ponderosa; Mr. Sowerby no ha encontrado ningun carácter que distinga este fósil de la A. Ponderosa reciente; es ciertamente una Artemis, como lo demuestra la impresion palial.
7. Ostrea Patagonica (?); Mr. Sowerby no ha encontrado ningun carácter distintivo entre esta especie i la de la gran formacion Patagónica, tan eminentemente característica; pero no afirma que sean idénticas.
8. Fragmentos de una Venus i una Natica.

Los barrancos en uno de los lados de la bahía de Herradura, se hallan cubiertos por una masa guijarral estratificada, que contiene algo de cal; i no dudé que perteneciese a la misma formacion reciente que la grava de los llanos circundantes, tambien cementada por materia calcárea, hasta que con gran sorpresa mia, encontré en medio de ella, un lecho delgado, casi enteramente compuesto de la gran ostra citada.

Un poco al interior, observé varios cortes del lecho E que aunque diferentes en aspecto del lecho inferior F, pertenecen a la misma formacion. Consta de una masa arenosa mui ferrujinosa, casi enteramente compuesta, como el lecho inferior de Puerto San Julian, de fragmentos de Balanidae; encierra algunos guijarros i capas de arcilla endurecida o lodo, de un amarillo pardo.

Las conchas que contiene son:

1. Monoceros Blainvillii, d'Orbigny.
2. » ambiguas, G. B. Sowerby.
3. Anomia alternans, id.
4. Pecten rudis, id.
5. Perna Gaudichaudi, d'Orbigny.
6. Ostrea Patagonica (?), id.
7. Ostrea, especie pequeña en estado imperfecto; me pareció análoga a una pequeña especie que vive actualmente, pero mui rara en la bahía.
8. Mytilus Chiloensis; Mr. Sowerby no pudo hallar ningun carácter distintivo entre este fósil, en cuanto su estado imperfecto permitió su comparacion, i las especies recientes.
9. Balanus psittacus (?) King. Pareció a Mr. Sowerby i a mí mismo idéntico con una especie mui larga i comun que vive actualmente en la costa.
10. Balanus Coquimbensis, G. B. Sowerby.

Los lechos superiores de esta masa areno-ferrujinosa se hallan cubiertos concordantemente por la materia calcárea del lecho D, llamada *loza* e impregnados por ella hasta la profundidad de varias pulgadas. De ahí que imajinara anteriormentente que habia un tránsito gradual entre ellos; pero como todas las especies son recientes en el lecho D, miéntras que las conchas mas características de los lechos superiores de E son las estinguidas Pernas, Pecten i Monoceros, concuerdo con M. d'Orbigny en que esta opinion es errónea i que sólo hai entre ellos un tránsito mineralójico, i no una transicion gradual en la naturaleza de sus restos orgánicos. Ademas de las catorce especies enumeradas de estos dos lechos inferiores, M. d'Orbigny ha descrito otras diez especies procedentes de esta localidad, a saber:

1. Fusus Cleryanus, d'Orbigny.
2. » petitianus, id.
3. Venus hanetiana, id.
4. » incerta (?), id.
5. » Cleryana, id.
6. Venus petitiana, id.

7. Venus chilensis, id.
8. Solecurtus hanetianus, id.
9. Mactra auca, id.
10. Oliva serena, id.

Todas estas veinticuatro conchas son estinguidas, escepto, segun Mr. Sowerby, la *Artemis ponderosa, el Mytilus chiloensis* i probablemente el gran Balano.

Coquimbo a Copiapó.—A unas pocas millas al norte de Coquimbo, encontré la masa ferrujinosa, llena de Balanos E con muchos huesos silicatados; se me informó que estos huesos silicatados se hallaban tambien en Tongoi, al sur de Coquimbo. Su número es ciertamente notable i al parecer reemplazan a la madera silicatada, tan comun en las formaciones de la costa del sur de Chile. En el valle de Chañaral, vi nuevamente esta misma formacion, cubierta con los lechos calcáreos recientes. Aquí dejé la costa i las formaciones terciarias hasta que descendi al mar por Copiapó (1). En este puerto encontré algunos lechos abigarrados de arena i arenisca blanda, con capas delgadas de yeso, i otros de una masa conchífera de partículas trituradas, con capas de trípoli i estratos de yeso, que encierran una gran cantidad de la gran ostra estinguida. En Bahía Inglesa, unas pocas millas al norte de Copiapó, se dice se presentan grandes bancos de esta ostra.

Puerto de Caldera.—Latitud 27° 3′ 25″ S.—La ciudad se halla situada en una pequeña meseta baja cubierta de arena, a traves de la cual aparece de trecho en trecho el granito andesítico, que forma la roca fundamental. Como a 1 kilómetro hácia el NE. de la poblacion, donde se esplota una cantera para el embaldosado de la ciudad, aparece el terreno terciario, compuesto de bancos horizontales, algunos de gran potencia, de calizas, arcillas i areniscas cuajadas de conchas en su mayor parte estinguidas, pertenecientes a las mismas especies de Coquimbo i Huasco i algunos dientes de tiburon, talvez de la especie Carcharias megalodon. En unos pequeños barrancos escavados a orillas del mar para tender

(1) El antiguo puerto de Copiapó, llamado tambien puerto Viejo

la linea del ferrocarril que parte de la estacion al interior, los cuales se hallan como a 4 metros sobre el nivel del mar i se apoyan sobre el granito, se ha encontrado en un número prodijioso, en un banco de grava, la gran Ostrea Patagonica (?) en un perfecto estado de conservacion i presentando algunos ejemplares las perforaciones características de las Folas. Muchas tienen sus valvas unidas i se hallan todas en una especie de grava con fragmentos rodados de pórfidos i granito; sobre este banco se halla otro de un color blanquizco, de arcilla margosa, que aglutina un sinnúmero de ejemplares de una especie de Ostrea mas chica i del Pecten Paranensis.

Sobre estos últimos bancos corre una potente formacion de grava, de la misma edad al parecer, que se estiende bastante al interior siguiendo las inflecciones de la roca plutónica, sobre la que han sido depositados sus estratos.

Los barrancos que se ven en el lado sur de la bahía, se componen de una arenisca basta o de grano grueso i se elevan 8 o 10 metros aproximadamente sobre el nivel del mar. Incluyen así mismo algunas capas de la Ostrea Patagonica. Volviendo a la Punta Caldereta, se encuentran en unos pocos lugares sobre la roca granítica, simulando cuevas o portadas o adosados a sus flancos, algunos bancos terciarios de ostras i pectenes aglutinados por la arcilla margosa, en un número asombroso, i a veces constituyendo toda la masa. Pueden verse así mismo grandes manchones blancos, casi completamente compuestos de madreporas fósiles i en otros sitios huesos de ballena, empotrados en una arenisca silicosa mui dura.

Al NE. de la bahía, como a una milla de distancia de la poblacion, en el desplayo que se estiende en esa parte, sobre la linea de la mas baja marea, se descubrió el año 1899, incrustado en la arenisca cuarzosa, mui dura, de grano fino, que se apoya sobre la roca plutónica, el esqueleto fósil de una ballena que por la forma en que se destacaba sobre la roca se tomó en los primeros momentos por un gran reptil.

La roca incrustante se hallaba desgastada, por el flujo i

reflujo del mar, alrededor de la osamenta, dándole asi a esta la forma de un gran saurio de enorme cabeza i prolongadísima cola, provisto solamente de los miembros anteriores. Sus dimensiones, tomadas sobre su yacimiento, eran: cabeza m. 2.91 de largo por m. 1.40 de ancho; cuerpo m. 3.00 por m. 1.40 de idem; i cola m. 2.09 de largo, lo que da un total de m. 8.00, siendo el ancho de la primera vértebra de la parte anterior de la cola m. 0.65.

Observando detenidamente el ejemplar, se vió que el esqueleto no estaba completo, conservándose únicamente de él las vértebras dorsales i caudales que son las que a primera vista podrian considerarse como el apéndice caudal del animal, los huesos de las aletas pectorales i alguno que otro trozo de la mandíbula inferior.

El esqueleto, sin duda con todos sus ligamentos i en estado de descomposicion, debe haber sido envuelto por el lodo en que se encuentra, pues todas las piezas óseas se hallan en sus propias posiciones.

Por disposicion suprema fué estraido de su lecho i se vió que con dificultad se separaban las vértebras silicatadas de la masa arenosa que forma en su mayor parte la que se creyó su osamenta, faltando casi completamente los demas huesos.

Este hermoso ejemplar se encuentra en el Museo Nacional.

Debo agregar, para concluir, que el levantamiento de esta parte de la costa, indicado por la existencia de conchas marinas de especies recientes, no ha sido ménos de 220 piés calculado a una distancia de $4\frac{1}{2}$ millas del puerto.

Antofagasta.—Latitud 23°38′36″ S. Ocho millas al NNE. del puerto se encuentran algunos farellones denominados la Lobería, a causa de la abundancia de estos cetáceos, especialmente el lobo de dos pelos Otaria Phillipii (?). Como una media milla mas adelante, o sea a cerca de $3\frac{1}{2}$ al norte 35° O. de la isla Guaman (que se halla a los 32°32′45″ lat. S.) los escarpes de la costa cortados a pico alcanzan sus mayores alturas, 25 a 30 metros de latitud, descendiendo en seguida hácia el norte hasta morir en los arenales de la bahía Jorje.

Los ribazos en este punto destacan un farellon que se llama La Portada por la forma de una arcada o frontispicio que presenta.

Los ribazos se hallan compuestos de una caliza conchífera cavernosa i dura, que encierra pequeños granos de arena i consta principalmente de fragmentos de conchas trituradas, unidos por un cemento calcáreo e indeterminables por su pequeñez. Estos bancos descanzan sobre rocas plutónicas o pórfidos andesíticos que indudablemente han sido las rocas de solevantamiento, i actualmente forman los farellones de la costa i los cerros áridos que se levantan a 1 milla de ésta.

La superficie se halla cubierta por una gruesa capa de arena, a traves de la cual se ven aparecer de trecho en trecho los estratos horizontales de la roca caliza. Pasada la isla de Guaman, hácia el SE., la superficie se halla cubierta en parte de arena i en parte de una tierra rojiza que cubre grandes manchones de conchas recientes i en parte de un sinnúmero de fragmentos pequeños, angulosos, productos de la descomposicion de las rocas plutónicas o porfídicas por los cambios atmósfericos. No es posible poder observar de cerca la constitucion de los barrancos por la altura que alcanzan i la forma abrupta que afectan, pero indudablemente deben haberse depositado en el fondo de un golfo en la época en que el mar lamía el pié de los escarpes que ahora forman la antiplanicie.

Por consiguiente, el levantamiento reciente de la costa ha tenido lugar aquí en una proporcion de 100 piés de altura.

La Portada es formada de un gran bloque de la caliza que ha quedado suspendida sobre dos islotes o peñones, habiendo sido desgastado en su parte inferior por las olas que cruzan de un lado a otro, lo que manifiesta que su elevacion se ha debido a un movimiento brusco que lo ha colocado fuera del alcance de las olas. El color oscuro de la roca sublevante, que contrasta con el blanco de la caliza, da realce a la semejanza.

Mirando del SE. a los barrancos con direccion a La Por-

tada, puede verse así mismo un gran bloque calcáreo que se destaca del barranco de la misma caliza, que, apoyándose horizontalmente sobre la roca plutónica, simula un pabellon asiático con su techumbre invertida y su nicho, que lo constituye una pequeña cueva que lame alternativamente el mar.

Costa del Perú.—Con escepcion de algunos depósitos que contienen conchas recientes y de dimensiones enteramente insignificantes, no se han observado formaciones terciarias en esta costa en un espacio de 22° de latitud al norte de Copiapó hasta Paita, donde se dice hai un considerable depósito calcáreo. M. d'Orbigny ha descrito algunos fósiles procedentes de este lugar, a saber:

1. Rostellaria Gaudichaudi, d'Orbig.
2. Pectunculus paytensis, idem.
3. Venus Petitiana, idem.
4. Ostrea Patagonica (?) Mr. Sowerby no ha podido distinguir esta gran ostra (de la que he obtenido algunos ejemplares) de algunas de las variedades de la O. Patagonica, aunque seria aventurado aseverar que es la misma de esa especie o la de Coquimbo.

* Antes de terminar debo referirme a la caverna mas notable que existe en Chile, o sea, la Cueva Infernal de Cortes Hojea, que se halla a los 46° 21' minutos de latitud mas o ménos, i que ha sido descrita por este esplorador en su viaje al Estrecho de Magallánes (1557 a 1558) en la forma siguiente:

«Desde el Cabo del Ochavario (hoi Cabo Tres Montes) catorce leguas hácia el norte está un cerro junto a la mar, por sí, el cual dicho cerro es hueco todo como una gran bóveda de largor de cuatrocientos piés e de anchor de sesenta piés, en medio de la cual estaba una columna de cincuenta brazas en alto que la sustentaba; la cumbre de esta dicha cueva estaba llena de unos racimos de piedra mármol, a manera de hielos, de los cuales caia agua e donde la dicha agua caia estaba cuajado i hecho piedra mármol blanca i mui recia; la cubierta de esta dicha cueva por de fuera estaba cubierta de

árboles espesos en ella nacidos e cuando llovia sonaba dentro el ruido del agua que caia encima, mui claro. Tenia tres puertas i una ventana, la una al norte i esta era la mayor, otra al sur i ésta era la mediana, otra al suduoste i ésta era la chica que salia a la mar; la ventana al leste. Echóse cuenta que podrian esconderse en ella seis mil hombres dando a cada uno cuatro piés cuadrados, que es compás de una rodela; púsele nombre Cueva Infernal por la grima que metia; descubrióse el año de 53 en el otro viaje; la cual dicha cueva es hecha por naturaleza e no por artificio e está en 46° e dos tercios, una legua mas arriba del puerto de San Estéban, a la lengua del agua, por medio de la cual pasa un camino de indios, los cuales no duermen dentro que deben tener miedo, porque junto estaban unos ranchuelos do están comiendo sus mariscos cuando llueve, por estar allí a la puerta lo entendimos no querer estar dentro, porque el suelo de la cueva está seco i llano que es arena e fuera era todo lodo majado.»

Conclusion.—Las formaciones descritas en este capítulo han sido acumuladas, evidentemente en los casos de Chiloé, i probablemente en los de Concepcion i Navidad, en cuencas formadas por cordones submarinos que se estendian paralelos a las antiguas costas del continente; en el caso de las islas de la Mocha i Huafo, es mui probable, i en el de Ipun i Lémus casi cierto, que fueron acumuladas alrededor de centros rocosos aislados o núcleos, de la misma manera que el lodo i la arena se acumulan actualmente alrededor de los islotes sobresalientes i arrecifes del archipiélago indico occidental.

De esto, debo decirlo, no se sigue que las masas terciarias aisladas de la Mocha i Huafo, no se hallasen alguna vez unidas sin interrupcion i a un mismo nivel con las formaciones del continente, aunque pueden haber sido de orijen contemporáneo i haber emerjido subsiguientemente hasta la misma altura. En la rejion setentrional de Chile, los estratos terciarios parecen haberse acumulado separadamente en bahías, que forman actualmente la boca de los valles.

La relacion entre estos varios depósitos de las costas del

Pacífico, no es tan clara como en el caso de las formaciones terciarias del Atlántico. A juzgar por la forma i altura del continente, (dato que es mas digno de fé que en el continente accidentado de Europa) por la identidad de composicion mineralójica, por la presencia de fragmentos de lignita i de madera silicatada i por los yacimientos de combustibles que contienen, debo creer que las formaciones de la costa desde Chiloé Central hasta Concepcion, una distancia de 400 millas son de una misma edad. Por razones casi iguales, supongo que los lechos de la Mocha, Huafo e Ipun pertenecen tambien al mismo período. La concha mas comun de la Mocha i Huafo es una misma especie de Turritella; i creo que la misma Cytheraea se encuentra en las isla de Huafo, Chiloé e Ipun; pero con estas pocas escepciones, los escasos restos orgánicos encontrados en estos lugares son distintos. Las numerosas conchas de Navidad, con escepcion de dos, a saber, el Sigaretus i la Turritella encontrados en Ipun, son igualmente distintas de las encontradas en cualquiera otra parte de esta costa. Coquimbo tiene el Cardiun auca, en comun con Concepcion i Fusus Cleryanus con Huafo; debo agregar que Coquimbo tiene la Venus Petitiana i una gran ostra (que según M. d'Orbigny se encuentra tambien un poco al sur de Concepcion) en comun con Paita, aunque este último lugar se halla situado a 22° al norte de la latitud 27°, punto hasta el cual se estiende la formacion de Coquimbo.

Por estos hechos i por la semejanza jenérica de los fósiles de las diversas localidades, me inclino a creer que todos pertenecen aproximadamente a una misma época, época que, como veremos en seguida, debe pertenecer a un período terciario mui antiguo. Pero como el Baculites, si se considera especialmente su aparente identidad con las especies cretáceas de Pondicherry, la presencia de un Ammonite i la semejanza del Nautilus con las especies de la Arenisca Verde Superior suministran conjuntamente la mayor evidencia de que la formacion de Concepcion es secundaria, no tomaré en consideracion, en las observaciones sobre los fósiles de las demas localidades, los de Concepcion i de Chiloé oriental,

que cualquiera que su edad pueda ser, me parece que pertenecen a un mismo grupo. Debo, sin embargo, llamar nuevamente la atencion al hecho de que el Cardiun auca se encuentra en Concepcion i en los estratos, indudablemente terciarios, de Coquimbo. Ni debe olvidarse la posibilidad de que así como la Trigonia, aunque conocida en el hemisferio norte sólo como un jénero secundario, tiene representantes vivientes en los mares de Australia, así, un Baculites, un Ammonite i la Trigonia pueden haber sobrevivido en esta parte remota del océano austral hasta un período algo mas avanzado que en el norte del Ecuador.

Antes de pasar en revista los fósiles de las demas localidades, hai dos puntos con respecto a las formaciones entre Concepcion i Chiloé que merecen llamar la atencion. Primero, aunque los estratos son jeneralmente horizontales aparecen solevantados en Chiloé en una serie de líneas paralelas anticlinales i uniclinales que corren de norte a sur: en el distrito cerca de Punta Rumena por ocho o nueve líneas uniclinales mui dilatadas i simétricas, en su mayor parte, que corren aproximadamente de este a oeste; i en la proximidad de Concepcion, por líneas simples ménos regulares, dirijidas de noreste a suroeste i de noroeste a sureste.

Este hecho es interesante, porque manifiesta que dentro de un período que no puede considerarse como mui antiguo con relacion a la historia del continente, los estratos entre la Cordillera i el Pacífico han sido trastornados o desconcertados en la misma variada direccion que lo han sido las rocas antiguas, plutónicas i metamórficas de este mismo distrito. El segundo punto es que la arenisca entre Concepcion i el sur de Chiloé es en todas partes lignitífera i encierra mucha madera silicatada; no obstante que las formaciones del norte de Chile no contienen lechos de lignita o carbon i en lugar de los fragmentos de madera silicatada contienen huesos silicatados. Actualmente, desde el Cabo de Hornos hasta cerca de Concepcion, la tierra se halla enteramente cubierta por bosques que se hacen ménos densos en Concepcion i en el centro de Chile i hácia el norte desaparecen enteramente.

Esta coincidencia en la distribucion de la madera fósil i los bosques existentes puede ser enteramente accidental; pero yo me inclino a creer que no lo es, porque como la diferencia de clima, de que depende la presencia de los bosques, se debe aquí sin duda en su parte principal a la forma de la tierra, i como la Cordillera existia ya indudablemente cuando los lechos de lignita se estaban acumulando, creo que es probable que el clima, durante el periodo lignitífero, esperimentó las mismas variaciones que actualmente en las diversas partes de la costa.

Retrocediendo ahora a una época mas antigua, cuando los estratos de la Cordillera se estaban depositando, habia islas que aun en la latitud del norte de Chile, donde actualmente todo es un árido desierto, mantenian grandes bosques de conífera.

Setenta i nueve especies de conchas fósiles, que se hallan en aceptable condicion de reconocimiento, procedentes de las costas de Chile i el Perú, han sido descritas en este volúmen i en la parte Paleontolójica del viaje de M. d'Orbigny. Si eliminamos las veinte especies, esclusivamente encontradas en Concepcion i Chiloé, quedan cincuenta i nueve de Navidad i demas localidades especificadas. De estas cincuenta i nueve especies sólo una Artemis, un Mytilus i un Balanus, todos de Coquimbo, son (segun Mr. Sowerby, pero no segun M. d'Orbigny) idénticas con las conchas vivientes; i seria necesario, a la verdad, una coleccion mas completa para comprobar esta conclusion. Sólo la Turritella Chilensis de Huafo i la Mocha, la T. Patagonica i la Venus Meridionalis de Navidad, se aproximan estrechamente a las conchas vivientes de Sud-América; esto es, las dos Turritellas a la T. cingulata i la Venus a la V. exalbida. Algunas otras especies se aproximan igualmente, pero mucho ménos; i algunas pocas se asemejan a las formaciones de los depósitos terciarios europeos mas antiguo. Ninguna de las especies se asemeja a las formas secundarias. De ahí que concluya que no puede haber duda que estas formaciones son terciarias conclusion necesaria de establecer, despues del

caso de Concepcion. Las cincuenta i nueve especies pertenecen a treinta i dos jéneros; de estos, Gastridium es estinguido; i tres o cuatro de ellos, (a saber, Panopaea. Rostellaria, Corbis (?) i segun creo Solecurtus) no se han encontrado todavia en la costa occidental de Sud América. Quince de los jéneros tienen en esta costa representantes vivientes, aproximadamente en las mismas latitudes que las especies fósiles; pero doce jéneros se estienden actualmente de mui diversa manera. El cuadro siguiente, en el cual se espresa la diferencia entre la estension en latitud de las especies fósiles i las existentes, es tomado de la obra de M. d'Orbigny; pero la estension de las conchas vivientes se da bajo la autoridad de Mr. Cuming, cuyas prolongadas investigaciones sobre la conchiliolojía de Sud-América son mui conocidas.

JENEROS, CON ESPECIES VIVIENTES I TERCIARIAS, EN LA COSTA OCCIDENTAL DE SUD-AMÉRICA (1).	Latitudes en las cuales se han encontrado fósiles en la costa de Chile i el Perú.	Latitud mas austral en que se han encontrado vivientes, en la costa occidental de Sud-América.
Bulla..........	30° a 43° 30'.......	12° cerca de Lima.
Cassis.........	34°...............	1° 57.
Pyrula.........	34° (i 36° 30' en Concepcion)..........	5° Paita.
Fusus.........	30° a 43° 30'.......	23° Mejillones; reaparece en el Estrecho de Magallánes.
Pleurotoma....	34° a 43° 30'.......	2° 18' Santa Elena.
Terebra........	34°...............	5° Paita.
Sigaretus......	34 a 44° 30........	12° Lima.
Anomia........	30°...............	7° 48'.
Perna.........	30°...............	1° 23' Xixapa.
Cardium.......	30° a 34° (i 36° 30' en Concepcion)...	5° Paita.
Artemis........	30°	5° Paita.
Voluta.........	34° a 44° 30'	Mr. Cuming no conoce ninguna especie que viva en la costa occidental entre el Ecuador i la latitud 43° sur; desde esta latitud una especie se ha encontrado tan al sur como la Tierra del Fuego.

Cuando consideramos que mui pocas, o ninguna de las cincuenta i nueve conchas fósiles son idénticas con las especies vivientes o mui análogas a éstas; cuando consideramos

(1) M. d'Orbigny establece que el jénero Natica no se han encontrado en la costa de Chile; pero Mr. Cuming lo halló en Valparaiso. Scalaria se encontró en Valparaiso; Arca en Iquique, en latitud 20°, por Mr. Cuming. Arca tambien fué encontrado por el capitan King en Juan Fernández, en latitud 38° 80'.

que algunos de los jéneros no existen actualmente en la costa occidental de la América del Sur, i que no ménos de doce jéneros de los treinta i dos se estendian anteriormente de mui diversa manera que las especies existentes de los mismos, debemos admitir que estos depósitos son de considerable antigüedad i que probablemente pertenecen al principio de la era terciaria. ¿Podemos aventurarnos a creer que son casi de orijen contemporáneo con las formaciones Eocenas del hemisferio norte?

Comparando los restos fósiles de la costa de Chile (eliminando, como lo hemos hecho, a Concepcion i Chiloé) con los de la Patagonia, podemos concluir, por su semejanza jenérica i por el pequeño número de las especies que en ámbas costas se aproximan estrechamente a las formas vivientes, que las dos formaciones pertenecen aproximadamente a una misma época; i esta es la opinion de M. d'Orbigny. Aunque no se hubiese hallado una sola concha fósil comun a las dos costas, no habria podido afirmarse que las formaciones perteneciesen a edades diferentes; porque los señores Cuming e Hinds no han encontrado, previa comparacion de cerca de dos mil especies vivas de los lados opuestos de Sud-América, sino solo una en comun, a saber, la Purpura lapillus de ámbos lados del Istmo de Panamá. Aun las conchas recojidas por mí, entre las islas Chonos i la costa de la Patagonia, son diferentes; i debemos descender al vértice del continente, a la Tierra del Fuego, para hallar unidas estas dos grandes provincias conchiliolójicas. De ahí que sea notable que cuatro o cinco de las conchas fósiles de Navidad, a saber, la Voluta alta, Turritella Patagonica, Trochus collaris, Venus meridionalis, quizas Natica sólida i quizas la gran ostra de Coquimbo, sean consideradas por Mr. Sowerby como idénticas con las especies de Santa Cruz i Puerto Deseado. M. d'Orbigny, sin embargo, admite la identidad perfecta sólo del Trochus.

Sobre la temperatura del periodo terciario.—Como el número de las especies fósiles i jéneros de las costas occidentales i orientales es considerable, es interesante ocuparse en

la naturaleza probable del clima en que vivieron. Tomaremos primeramente el caso de Navidad, en latitud 34°, donde treinta i una especies se recojieron i que, como veremos luego, deben haber vivido en aguas somoras i por consiguiente, manifestarán mui bien los efectos de la temperatura. Refiriéndonos al cuadro representado en la pájina anterior, hallamos que las especies existentes de los jéneros Cassis, Pyrula, Pleurotoma, Terebra i Sigaretus, que son jeneralmente (aunque no invariablemente) característicos de latitudes mas cálidas, no se estienden al presente tan al sur, en esta línea de costa, como las especies fósiles. Incluyendo a Coquimbo, tenemos Perna en el mismo caso. A primera vista este hecho manifestaria que el clima debe haber sido anteriormente mas cálido que al presente; pero esto no debe admitirse sino con mucha reserva, porque Cardium, Bulla i Fusus (i si incluimos a Coquimbo, Anomia i Artemis) se estendian así mismo anteriormente hasta tan al sur como actualmente; i como estos jéneros se hallan léjos de ser característicos de climas cálidos, su mayor estension anterior hácia el sur, puede haberse debido en efecto a causas enteramente distintas del clima.

El jénero Voluta, así mismo, aunque jeneralmente mui tropical, se halla actualmente circunscrito, en la costa occidental, a latitudes mas frias o mas australes, que durante el período terciario. El Trochus Collaris, ademas, i como acabamos de verlo, segun Mr. Sowerby, dos o tres especies, anteriormente se estendian desde Navidad hasta tan al sur como Santa Cruz, en latitud 50°. Si en vez de comparar los fósiles de Navidad, como lo hemos hecho, con las conchas actualmente vivas en la costa occidental de Sud-América, las comparamos con las encontradas en otras partes del mundo, bajo latitudes casi iguales, por ejemplo, en las partes australes del Mediterráneo o de Australia, veremos que no hai evidencia bastante de que el mar en los alrededores de Navidad fuese mas cálido anteriormente que lo que debió esperarse de su latitud, aun tomando en cuenta su enfriamiento actual por la gran corriente polar austral. Varios de

los jéneros mas tropicales no tienen representantes fósiles en Navidad; i hai sólo una especie de Cassis, una de Pyrula i una de Sigaretus, dos de Pleurotoma i dos de Terebra, pero ninguna de estas especies son de tamaño grande. En la Patagonia hai todavia ménos evidencia, por el carácter de los fósiles, de que el clima haya sido anteriormente mas cálido (1).

Como, por las varias razones espuestas, debe haber poca duda de que las formaciones de la Patagonia i, por lo ménos, de Navidad i Coquimbo, son las equivalentes de un antiguo piso de la formacion terciaria del hemisferio norte, la conclusion de que el clima de los mares australes, en este período, no fué mas cálido que lo que debe esperarse de la latitud de cada lugar, me parece mui importante, si tenemos presente que, segun la opinion de Mr. Lyell, las causas que dieron un carácter tropical a las mas antiguas formaciones terciarias de las zonas templadas de Europa, *fueron sólo de un carácter local i no afectaron la totalidad del globo.* Por otra parte, he tratado de mostrar, en las «Transacciones Jeolójicas», que a un período mucho mas moderno, Europa, la América del Norte i Sud-América se hallaron sujetas casi contemporáneamente a la accion de los hielos, i consiguientemente a un clima mas frio, o a lo ménos mas uniforme que el actual de las mismas latitudes.

Sobre la ausencia de estensos depósitos conchíferos modernos en Sud-América, i sobre la contemporaneidad de los depósitos terciarios mas antiguos en localidades apartadas, debido a movimientos contemporáneos de inmersion.—Sabiendo por las investigaciones del profesor E. Forbes que los moluscos abundan principalmente dentro de la profundidad de 100 o mas brazas i teniendo presente cuantos miles de millas de ambas costas de Sud-América han sido solevantadas dentro del pe-

(1) Es digno de mencionarse que las conchas que viven actualmente en este lado oriental de Sud América, en latitud 40°, tienen quizas un carácter mas tropical que las de las latitudes correspondientes de las costas de Europa; porque en Bahía Blanca i en San Blas, hai dos hermosas especies de Volutas i cuatro de Oliva.

riodo reciente por un movimiento lento, prolongado e intermitente—considerando la diversidad de naturaleza de las costas i la cantidad de conchas que las pueblan actualmente—como así mismo el hecho que el mar en la Patagonia i en muchas partes de Chile fué mui favorable durante el periodo terciario a la acumulacion de sedimentos—es verdaderamente notable la ausencia de estensos depósitos de conchas recientes sobre estos grandes espacios de costa. Los lechos conchíferos calcáreos de Coquimbo, i de unas pocas localidades aisladas hácia el norte, forman una escepcion bien pronunciada, porque estos lechos son de 20 a 30 piés de espesor, i se estienden por algunas millas a lo largo de la costa, alcanzando, sin embargo, sólo un ancho mui insignificante. En Valdivia hai alguna arenisca con moldes imperfectos de conchas, que pueden pertenecer *posiblemente* al período reciente. Porciones de la formacion errática i de los lechos de guijarros de los llanos inferiores de la Patagonia, pertenecen probablemente a este mismo período, pero no son fosilíferos. Tambien acontece lo mismo con la gran formacion pampeana, que no encierra, con escepcion de la Azara, ningun molusco. No puede haber la mas pequeña duda de que las conchas sublevadas a lo largo de las costas del Atlántico i del Pacífico, ya se supongan en la superficie descubierta o empotradas en el suelo o en colinas de arena, han debido ser destruidas con el trascurso del tiempo por la accion aluvial. Tenemos un caso probablemente en los lechos calcáreos de Coquimbo, tan susceptibles de disolucion por el agua de lluvia. Si tomamos en consideracion la probabilidad de oscilaciones de nivel i la accion consiguiente de las mareas a diversas alturas, su destruccion aparecerá casi cierta. Dirijiendo la vista a una época futura, tan distante como nos hallamos del pasado período Mioceno, apenas si me parece probable que bajo las actuales condiciones, las numerosas conchas que viven actualmente en aquellas zonas de profundidad mas fértiles en vida i que se encuentran esclusivamente en las costas occidental i sureste de Sud-América, puedan conservarse hasta esta época distante e imajinaria;

Toda una serie conquiliolójica será con el tiempo destruida, sin que se conserven en la corteza de la tierra ninguna medalla de su existencia.

¿Puede hacerse alguna luz sobre esta ausencia notable de depósitos conchíferos recientes en estas costas, en que se acumularon estensamente, en una antigua época terciaria, estratos abundantes en restos orgánicos? Pienso que sí, a saber: considerando las condiciones necesarias para la conservacion de una formacion hasta una edad remota. Teniendo presente la enorme suma de denudacion que en todo nuestro alrededor se ha efectuado—como se comprueba por los grandes barrancos escavados en los estratos costeros, horizontales i ántes prolongados, de no grande antigüedad (como en la Patagonia)—como se evidencia por el nivelamiento del terreno, a ámbos lados de las grandes fallas i dislocaciones—por las líneas interiores de los escarpes, por los cerros aislados i un sinnúmero de otros hechos i por este argumento de alta jeneralidad, sujerido por Mr. Lyell, a saber, que cada formacion *sedimentaria* cualquiera que sea su espesor, i sobre cualesquiera cientos de millas cuadradas que se estienda, es el resultado i la medida de una suma igual de desgaste i destruccion de formaciones preexistentes; considerando estos hechos, debemos concluir que, como regla ordinaria, para que una formacion pueda resistir semejantes poderes destructores i perdurar hasta una época distante, debe ser de grande estension, i ya por sí o conjuntamente con estratos superyacentes, de gran potencia. Refiriéndonos sólo a las formaciones que contienen los restos de los animales marinos, que como ya se ha dicho, viven, con algunas escepciones, dentro de la profundidad de 100 brazas, o mucho ménos ¿cómo podria entónces acumularse una potente i mui dilatada formacion que encerrase tales restos orgánicos? Primeramente, tomemos el caso en que el lecho del mar permanezca largo tiempo a un nivel estacionario. Bajo estas circunstancias, es evidente que los estratos *conchíferos* se acumularán sólo en un espesor igual a la profundidad en que las conchas pueden vivir, i si la costa es lijeramente in-

clinada, se depositarán hasta un ancho considerable. Pero en estos depósitos, por la falta de presion superyacente, es probable que la materia sedimentaria se haya consolidado suficientemente raras veces, por lo que tales formaciones tienen mui poca probabilidad de resistir mucho a la accion de la denudacion una vez solevantadas. La probabilidad será menor si la superficie submarina, en vez de haber permanecido estacionaria, se hubiese estado elevando lentamente durante la deposicion de los estratos, porque en este caso su espesor total debe ser menor, i cada parte, ántes de consolidarse o hallarse cubierta por los estratos superyacentes, habria tenido que pasar sucesivamente por la prueba de la accion de las olas sobre la playa; i en muchas costas esta accion tiende a desmoronar i dispersar todos los objetos espuestos a su violencia. Ahora bien, en las costas sureste i oeste de Sud-América hemos hallado pruebas evidentes de que la tierra se ha elevado lentamente, i en las largas líneas de empinados barrancos hemos constatado la tendencia del mar a desgastarla i corroerla donde quiera. Estos hechos bastan, segun creo, para esplicarnos la ausencia de estensos depósitos conchíferos recientes en las costas sur i oeste de la América del Sur.

Pasemos al último caso, en que el lecho del mar se hunda lentamente durante un espacio de tiempo, miéntras el sedimento continúe depositándose. Es evidente que los estratos pueden así acumularse hasta un espesor indeterminado, cada uno depositándose en aguas bajas i abundando, por consiguiente, en aquellas conchas que no pueden vivir a grandes profundidades; la presion, ademas, debo observarlo, de cada nuevo lecho ayudaria a la consolidacion de todos los inferiores. Aun en una costa mas bien abrupta, aunque ésta debe ser poco favorable a la formacion de depósitos mui estensos, las formaciones siempre tenderian a aumentar en anchura por el avance del agua sobre la tierra. Por consiguiente, debemos admitir que los períodos de lento hundimiento serán en jeneral mas favorables a la acumulacion de depósitos

conchíferos, de suficiente espesor, estension i dureza para resistir la accion destructora promediada de la denudacion.

Hemos visto que en una antigua época terciaria, se depositaron estensos depósitos fosilíferos en las costas de Sud-América, i es un hecho mui interesante que haya evidencia de que estos lechos antiguos terciarios fueron depositados durante un período de inmersion. Así, en Navidad los estratos tienen cerca de 800 piés de espesor, i las conchas fósiles son abundantes al nivel del mar i en la parte superior de los barrancos. Habiendo remitido una lista de estos fósiles al profesor E. Forbes, cree que deben haber vivido entre 1 i 10 brazas de profundidad: de ahí que el fondo del mar en que estas conchas vivieron debe haberse hundido por lo ménos 700 piés para que se hayan podido depositar los estratos superpuestos. Debo observar aquí que como todas estas conchas i las siguientes son especies estinguidas, el profesor Forbes necesariamente juzga de la profundidad a que deben haber vivido, sólo por su carácter jenérico i por la distribucion analójica de las conchas en el hemisferio norte; pero esto no es bastante para dudar de los resultados jenerales. En Huafo, los estratos tienen aproximadamente el mismo espesor, esto es, 800 piés, i el profesor Forbes piensa que los fósiles encontrados aquí no pueden haber vivido a una profundidad mayor de 50 brazas o 300 piés. Estos dos puntos, a saber, Navidad i Huafo, se hallan a 570 millas de distancia, pero en casi el promedio de ésta, se encuentra la Mocha, isla de 1200 piés de altura, aparentemente formada, hasta su cima a nivel, de estratos terciarios que contienen muchas conchas, incluyendo la misma Turritella que se encuentra en Huafo, enterrada junto al nivel del mar. En la Patagonia, las conchas son numerosas en Santa Cruz, al pié del llano de 350 piés, que ha sido formado ciertamente por la denudacion del llano de 840 piés, i que por consiguiente se halló orijinalmente cubierto por estratcs de ese número de piés de espesor, i estas conchas, segun el profesor Forbes, probablemente vinieron a una profundidad de entre 7 i 15 brazas. En Puerto San Julian, 60 millas al norte, las conchas

son numerosas al pié del llano de 90 piés (formado por la denudacion del llano de 950 piés) i así mismo ocasionalmente a la altura de varios cientos de piés, en los estratos superiores; estas conchas deben haber vivido entre 5 i 50 brazas de profundidad. Aunque en ninguna otra parte de la Patagonia he observado que se hallen conchas litorales debajo de estratos submarinos de gran espesor, sin embargo, debe tenerse presente que los estratos fosilíferos inferiores, con varias de las mismas especies de moluscos, los lechos tobáceos volcánicos superiores i el llano mas alto, superior, se estienden a una considerable distancia hácia el sur, i por cientos de millas al norte. En vista de esta uniformidad de estructura, creo que puede concluirse que el descenso que sumerjió i envolvió las conchas de Santa Cruz i San Julian, no se circunscribió a estos dos puntos sino que se hizo estensivo a una considerable porcion de la formacion Terciaria Patagónica.

En el capítulo siguiente, se verá que nos vemos conducidos a una conclusion semejante, con respecto a los estratos secundario fosilíferos de la Cordillera, a saber, que ellos tambien fueron depositados durante un grande i prolongado período de inmersion.

Por las razones anteriores i los hechos que acabamos de esponer, pienso que debemos admitir la probabilidad de la siguiente proposicion: a saber, que cuando el lecho del mar se halla estacionario o elevándose, las circunstancias son mucho ménos favorables que en un movimiento inverso o de inmersion a la acumulacion de depósitos *conchíferos* de suficiente espesor i estension para resistir, al elevarse, a la accion promediada de la denudacion. Este resultado me parece, en varios respectos, mui interesante: es creencia jeneral que actualmente se están formando, donde quiera que hai provision de sedimentos, estratos fosilíferos que en alguna época futura, distante, serán solevantados i conservados, pero esta conclusion está léjos de ser cierta, a ménos que concurran las siguientes circunstancias: 1.ª una provision continuada de sedimentos; 2.ª una estensa área aplacerada; i 3.ª

sumercion lenta de esta área hasta una gran profundidad, para permitir la acumulacion de una masa espesa i mui potente de estratos superpuestos. ¡I en qué pocas partes del mundo, concurren quizas estas condiciones actualmente! Podemos comprender de igual manera la falta jeneral de esa estrecha continuidad en las formaciones fosilíferas a que teóricamente habriamos arribado, porque sin que supongamos un movimiento de descenso, produciéndose en un mismo punto durante un enorme período, desde una éra jeolójica a otra, i durante todo este período que el sedimento se acumulase en la proporcion correspondiente, de manera que la profundidad no aumentase demasiado para la continuada existencia de los moluscos, es apénas creible que se produzca una perfecta continuidad, en el mismo lugar, en las conchas fósiles de dos formaciones jeolójicas. Por mas que una prolongada inmersion sea probable, muchos hechos conducen a la creencia que la superficie de la tierra se halla sujeta a un gran número de oscilaciones; i hemos visto que durante los movimientos elevatorios, sólo hai una pequeña probabilidad de que se acumulen depósitos fosilíferos *durables*. Por último, estas mismas consideraciones arrojan alguna luz sobre el hecho de que ciertos períodos parecen haber sido favorables a la deposicion o, a lo ménos a la conservacion de formaciones contemporáneas en mui distantes localidades. Hemos vistos que en la América del Sur una enorme área ha sido elevada dentro del período reciente; i en otras rejiones del globo inmensos espacios aparecen que han sido solevantados contemporáneamente. En el estudio de los arrecifes de coral del grande Oceáno, he arribado a la conclusion de que el lecho del mar se ha estado hundiendo lentamente dentro de la éra presente, sobre áreas verdaderamente dilatadas: esto a la verdad es en sí mismo probable, por el simple hecho de que las áreas elevadas han sido tan grandes. En la América del Sur tenemos clara evidencia de que cerca del mismo período terciario, el lecho del mar en la costa de Chile i de la Patagonia esperimentó un hundimiento, aunque estas rejiones se hallan mui distantes entre sí. Si aceptamos entónces,

como regla jeneral, que en una misma rejion del globo la certeza de la tierra tiende a deprimirse i elevarse contemporáneamente sobre vastos espacios, podemos esperar que se realicen en distantes puntos i en el mismo período, aquellas condiciones verdaderas que requiere la acumulacion de masas fosilíferas, de suficiente estension, espesor i dureza para resistir la denudacion i, consiguientemente, perdurar hasta una época distante en el futuro.





CAPITULO VI

Rocas plutónicas i metamórficas, crucero i foliacion

En este capítulo se tratará, en jeneral, de las formaciones metamórficas i plutónicas de los varios distritos visitados por el Beagle, pero sólo aquellos casos que parezcan nuevos o de algun interes especial se describirán en detalle i, por último, al fin del capítulo se dará un resúmen de todos los hechos constatados sobre el crucero i foliacion, a los que se ha dado especial atencion.

Bahia, Brasil: latitud 15° sur.—La roca predominante es el gneiss, que pasa a menudo a una diorita primitiva, de un gris mui brillante, por la separacion del cuarzo i la mica i la pérdida del color rojo del felspato. Frecuentemente, el cuarzo i la hornblenda se hallan dispuestos en capas, en un felspato casi amorfo. Se encuentra así mismo un granito sienítico, de grano fino, marcado orbicularmente por líneas ferrujinosas i que se disgrega formando agujeros cilíndricos, verticales, que casi se tocan mútuamente. En el gneiss se presentan concreciones de felspato granular, i otros de granito con mica. Esta roca se halla atravesada por numerosos dikes, compuestos de una roca negra hornbléndica, crista

lizada finamente, que contiene un poco de felspato vidrioso i a veces mica; dikes que varian de espesor desde meros hilos hasta 10 piés. Estos hilos, que son a menudo curvilíneos, pueden seguirse ocasionalmente a traves de los dikes mas grandes.

Uno de estos dikes es notable por hallarse desunido lateralmente, en dos o tres partes, ocupando el gneiss los espacios divisorios i, en otra parte, por exhibir un trozo de gneiss separado que, sin duda, ántes de solidificarse, arrancó de sus salvandas o costados.

En varios puntos inmediatos el gneiss encerraba masas angulares de una roca hornbléndica, bien determinadas; a veces encorvadas i mui semejantes a la que forma los dikes, aunque mas perfectamente cristalizadas i, a lo ménos, en un ejemplar contenian (segun el profesor Miller) tanta aujita como hornblenda.

En uno o dos casos, estas masas angulares que se hallan ahora enteramente separadas unas de otras por el gneiss sólido, han estado ántes unidas evidentemente, si se atiende a su exacta correspondencia en tamaño y forma. Por esto no debe dudarse que todos o la mayor parte de los fragmentos han provenido de la fractura de los dikes, de lo cual vemos el primer paso en el pedazo citado mas arriba, que se halla desunido. El gneiss, próximo a los fragmentos, contiene jeneralmente muchos grandes cristales de hornblenda que no se encuentran o son mui raros en otras partes. Las hojas ó láminas se pliegan lijeramente alrededor de los fragmentos, de la misma manera que lo hacen alrededor de las concreciones. Esto manifiesta que el gneiss ha esperimentado cierto reblandecimiento, su composicion se ha modificado i sus hojas dispuesto subsiguientemente a la ruptura de los dikes, los cuales al mismo tiempo se han encorvado i reblandecido.

Entiendo por *crucero* aquellos planos de división en que propenden a abrirse o separarse ciertas rocas que aparentemente son casi o enteramente homojéneas. Por la palabra *foliacion* significo las capas o láminas de diferente naturaleza mineralójica, de las cuales se componen la mayor parte de

los esquistos metamórficos. Cuando en tales masas existen capas alternantes, homojéneas i divisibles, u hojas, se dice que la roca es foliada i tiene un crucero. Por *estratificacion*, como aplicada a estas formaciones, entiendo aquellas grandes masas alternantes, paralelas, de diferente composicion, que son ellas mismas foliadas o divisibles frecuentemente, tales como los estratos alternantes de mica-pizarra, gneiss, pizarra arcillosa, lustrosa i mármol.

Las hojas del gneiss dentro de unas pocas millas al rededor de Bahía, tienen una direccion jeneralmente irregular i son con frecuencia curvilíneas; buzan en todas direcciones, bajo ángulos varios. Pero donde se hallan mejor determinadas, se estienden con mayor frecuencia en una línea del NE. ¼ N. (o este 5° N.) al SO. ¼ al S., correspondiéndose casi con la línea de la costa al norte de la bahía. Debo agregar que Mr. Gardner encontró en varias partes de la provincia de Ceara, que se halla entre 400 i 500 millas al norte de Bahía, gneiss cuyas hojas se estendian al E. 45° N., i en Guayana, segun Sir R. Schomburgk, la misma roca se dirije al E. 57° N.

Segun Humboldt, el gneiss-granito, que cubre una inmensa área en Venezuela, i aun en Colombia, corre al E. 50° N., i buza al NO. bajo un ángulo de 50°. Todas las observaciones hechas hasta ahora demuestran, pues, que las rocas gnéisicas de toda esta parte del continente tienen sus hojas estendidas en una misma direccion, casi dentro de un punto del compás.

Rio de Janeiro.—Todo este distrito se halla formado casi esclusivamente de gneiss, abundante en granates i porfídico con grandes cristales de felspato ortoclásico, de 3 i 4 pulgadas de largo. Estos cristales encierran con frecuencia mica i granates. En la base occidental del Corcovado hai alguna cuarcita ferrujinosa, cariada; i en el cordon de Tijeuka, mucho granito de grano pequeño.

Encontré algunos cantos de diorita en varios lugares, i en la islita de Villegañon; i dos grandes dikes tráppeos en la costa, algunas millas al norte. El gneis porfídico o gneiss-grani-

to, como lo llama Humboldt, es tan foliado que los minerales constituyentes se hallan dispuestos con cierto grado de regularidad i puede decirse que tiene un *grano*, pero no se separan en distintas hojas o láminas. Hai, sin embargo, algunas otras variedades de gneiss regularmente foliadas, formando estratos que alternan unos con otros.

La estratificacion i foliacion de los gneiss ordinarios i la foliacion o *grano* del gneiss-granito, son paralelas entre sí i jeneralmente corren del NE. al SO., buzando bajo un ángulo elevado (entre 50 i 60°), con frecuencia al SE. De manera que aquí nuevamente nos hallamos con la direccion que prevalece en las rejiones mas al norte del continente. Las montañas de gneiss-granito tienen una forma cóncava tan abrupta que parece se debiese a la tendencia de la roca a esfoliarse en gruesas capas cónicas concéntricas. Estos picos se asemejan en la forma a los de fonolita i otras rocas inyectadas, de las islas volcánicas. Ni es el grano o foliacion (como veremos) un accidente que pueda embarazar la teoría de que el gneiss-granito constituye mas bien una formacion de inyeccion, que metamórfica. Las líneas de montañas, aunque no siempre cada cerro separado, corren casi en la misma direccion que la foliacion i la estratificacion propiamente dicha, aunque un poco mas hácia el este.

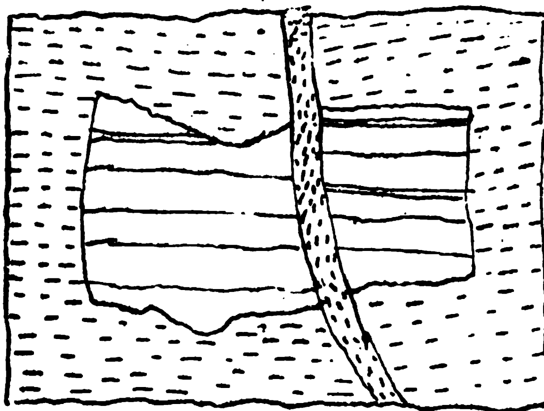


Fig. 22
Fragmento de gneiss embutido en otra variedad de la misma roca

En una superficie desnuda, lijeramente inclinada, del gneiss porfídico, en la bahía de Botofogo, observé el caso representado en esta figura.

Un fragmento, de 7 yardas de largo por 2 de ancho, con bordes irregulares i distintamente pronunciados, compuesto de una variedad peculiar de gneiss, con oscuras capas de mica i gramates, se halla embutido completamente en el gneiss-granito comun, i ámbos han sido dislocados por una vena granítica. Las hojas en el fragmento i en la roca circundante corren en una misma direccion del NNE. al SSO.; pero en el fragmento son verticales, miéntras que en el gneiss granito buzan, bajo un pequeño ángulo, al SSE., como lo indican las flechas. Este fragmento, considerando su gran tamaño, su posicion aislada i su estructura foliada, paralela a la de la roca envolvente es, que yo sepa, un caso único, i no aventuraré ninguna esplicacion de su orijen.

Ha llamado grandemente la atencion de los viajeros que han visitado esta rejion, la gran profundidad hasta las que han sido descompuestas el gneiss i otras rocas graníticas, así como las pizarras talcosas del interior. Cerca de Rio, todo mineral, con escepcion del cuarzo, ha sido disgregado en algunos lugares hasta una profundidad un poco menor de 100 piés.

Los minerales retienen sus posiciones en hojas i su direccion ordinaria, i algunas vetas de cuarzo fracturado, pueden seguirse desde la roca sólida hasta por algun espacio, en la masa disgregada, arcillosa, mui coloreada. Se dice que estas rocas descompuestas abundan en gemmas de varias especies, con frecuencia en un estado fracturado, debido, como se ha supuesto, a destruccion de las jeodas, i que contienen oro i diamantes. En Rio me pareció que el gneiss habia sido disgregado ántes de la escavacion (sin duda por el mar) de los anchos valles existentes de fondo aplanado, porque la profundidad de la descomposicion no aparece del todo concordante con las ondulaciones actuales de la superficie. El gneiss porfídico, donde se halla actualmente al descubierto, parece resistir perfectamente bien la descomposicion i no me fué po-

sible encontrar en él la menor tendencia a la produccion de masas arcillosas, como las que acaban de describirse. Tambien me llamó la atencion el hecho de que donde una superficie desnuda de esta roca descendia a una de las bahías tranquilas, no habia en ella señales de erosion al nivel del agua; i debajo i sobre él sus partes conservaban una curva uniforme. En Bahía, las rocas de gneiss se hallan igualmente descompuestas, perdiendo insensiblemente su foliacion en sus partes superiores i pasando, sin ninguna línea distinta de separacion, a una tierra arcillosa, que incluye parcialmente fragmentos redondeados de cuarzo i granito. Por esta circunstancia i porque las rocas aparecen haber sido descompuestas ántes de la escavacion de los valles, presumo que ahí, como en Rio, la descomposicion tuvo lugar debajo del mar. Este asunso es, a mi juicio, bastante curioso i merece un exámen atento de un hábil mineralojista.

* Segun el doctor T. Sterry Hunt, las rocas gnéisicas de Rio Janeiro i de la Sierra do Mar en el Brasil, ofrecen los tipos característicos del Laurentio de la América del Norte, incluyendo como éstos variedades granitoídeas i porfídicas con ortoclasia roja i gneiss en fajas, gris o blanco, de grano fino, a menudo hornbléndico. La caliza blanca cristalina, con serpentina verde-claro que acompaña a estos gneiss, no se distingue de la del Laurentio de Norte América. Los esquistos micáceos i hornbléndicos de grano menudo que siguen a los gneiss, son mui semejantes a las rocas que en algunas partes de la Nueva Inglaterra i Acadia suceden al Laurentio i se hallan asociadas con pizarras de estaurótida, cianita i chiastolita, miéntras las arcillitas i cuarcitas auríferas que siguen a estos esquistos en el Brasil, se asemejan asombrosamente a las que en Nueva Escosia ocupan una posicion estratigráfica semejante.

Este triple paralelismo en los caracteres litolójico i mineralójico de rocas de rejiones tan distantes, es en sí mismo un argumento poderoso en favor de su paralelismo jeolójico.

Provincias al norte de la Plata.—Segun observaciones que me ha comunicado Mr. Fox, las costas desde Rio de Janeiro

hasta la boca del Plata parecen ser ininterrumpidamente graníticas, con unos pocos dikes trápeos. En Puerto Alegre, cerca del límite del Brasil, hai pórfidos i dioritas. En la boca del Plata, examiné el terreno 25 millas al oeste i cerca de 70 al norte de Maldonado. Cerca de esta ciudad, se encuentra el gneiss comun, pero es algo escaso; en cambio, es mui abundante, como en todas las demas partes de este lugar, una mezcla de grano grueso de cuarzo i felspato rojizo, que adquiere con frecuencia algo de hornblenda verdi-oscura, imperfecta i entónces se hace inmediatamente foliada. Los cerros abruptos así compuestos, como igualmente las hojas altamente inclinadas de la variedad comun de gneiss, corren de NNE. o un poco mas al E. a SSO.

Pizarras arcillosas se encuentran ocasionalmente, i cerca del L. del Potrero hai mármol blanco, laminado por la presencia de la hornblenda, mica i asbesto; el crucero de estas rocas i su estratificacion, es decir, las masas alternantes así compuestas, corren de NNE. a SSO., como los gneiss foliados, i tienen un buzamiento casi vertical. La Sierra Larga, un largo cordon 5 millas al oeste de Maldonado, consta de cuarcita, a menudo ferrujinosa, de tacto arenoso i que se halla dividida en láminas u hojas excesivamente delgadas, casi verticales, por escamas microscópicas de mica, las cuales corren en la direccion comun de NNE. a SSO.

El cordon mismo es formado de una línea principal, con algunas subordinadas, i se estiende con notable uniformidad mui al norte, (se dice que hasta los límites del Brasil) en la misma direccion que las cuarcitas laminadas de que se compone. La Sierra de las Animas es el cordon mas alto de esta rejion; lo estimé en 1,000 piés; corre de N. a S. i se halla formado de pórfidos felspáticos; cerca de su base hai un cordon que corre de NNO. a SSE. de un conglomerado de base mui porfídica.

Al norte de Maldonado i al sur de las Minas, existe una sierra que corre de E. a O., de algunas millas de ancho, formada de pizarra arcillosa silícea, con algo de cuarcita i caliza, presentando un crucero tortuoso e irregular, que corre

rítica, parece tener conexion con la segregacion de las venas de cuarzo (1).

El Monte, un cerro que se estima en 450 piés de altura, talvez el mas alto de este distrito, consta de pizarra hornbléndica, la cual, escepto en la base oriental que ha sido trastornada tiene un crucero casi vertical de este a oeste; el eje mas largo del cerro corre así mismo en esta misma direcciou. Cerca de la cima, la pizarra hornbléndica se hace gradualmente mas basta i cristalina i ménos claramente laminada, hasta que pasa a una diorita pesada i sonora, con una fractura pizarrosa concoídea; las láminas, en los lados norte i sur, cerca de la cima, buzan hácia adentro como si esta parte superior se hubiese dilatado hácia afuera. Esta diorita debe, segun creo, considerarse como pizarra hornbléndica metamórfica.

El Cerrito, que le sigue en altura, tiene una composicion semejante. En las partes mas occidentales de la provincia, ademas del gneiss, hai cuarcita, sienita i granito; i en Colla, he tenido noticias de mármol. Cerca de Montevideo el espacio que examiné con mayor seguridad, tenia cerca de 15 millas en la direccion de E. a O., i aquí encontré la foliacion del gneiss i el crucero de las pizarras jeneralmente bien desarrollados, i estendiéndose paralelos a los estratos alternantes, compuestos de gneiss i esquistos hornbléndicos i clorítico. Estos planos de division corren todos dentro de un punto, de este a oeste, frecuentemente del este 10° al S. al O. 10° al norte; su buzamiento es jeneralmente casi vertical i apénas en algunas partes ménos de 45°. Este hecho merece llamar la atencion si se considera que la superficie del país es tan lijeramente ondulada.

Al oeste de Montevideo, hácia el Uruguai, donde quiera que aparece el gneiss, las hojas, mui inclinadas, se ven correr admirablemente en la misma direccion; debo esceptuar

(1) Segun Mr Greenough el cuarzo en la mica pizarra aparece a veces en capas i a veces en venas; i Von Buch ha observado láminas de cuarzo pizarra hornbléndica, reemplazando a la mica-esquisto.

un punto, donde la direccion era de NO. 10° al O. La pequeña Sierra de San Juan, formada de gneiss i cuarzo laminado, debe esceptuarse tambien, porque corre del N. o NE. al S. o SO.; i parece pertenecer al mismo sistema de los cerros del distrito de Maldonado.

Finalmente, hemos visto que por muchas millas al norte de Maldonado i por 25 millas al oeste de él, hasta la sierra de las Animas, la foliacion, el crucero, la estratificacion así propiamente llamada i el encadenamiento de los cerros, todos corren NNE. a SSO., direccion que es casi la misma de las costas adyacentes del Atlántico. Al O. de la Sierra de las Animas, hasta el Uruguai, la foliacion, el crucero i la estratificacion (pero no las líneas de los cerros, porque aquí no se hallan bien definidas (todos corren aproximadamente del E. 10° al S. al O. 10° al N., que es casi coincidente con la direccion de la costa norte del Plata. En el distrito complicado cerca de Las Minas, donde estos dos grandes sistemas aparecen cortarse mútuamente, el crucero, la foliacion i la estratificacion corren en varias direcciones, pero jeneralmente coinciden con la línea de cada cerro separado.

Al sur de la Plata.—El primer cordon al sur del Plata, que se proyecta a traves de la formacion pampeana, es la Sierra de Tapalguen i Volcan, situada a 200 millas al S. del distrito que acaba de describirse. Este cordon tiene sólo unos pocos cientos de piés de altura i corre desde el Cabo Corrientes con rumbo al ONO., por lo ménos 150 millas al interior; en Tapalguen, se compone de cuarzo granular no estratificado, notable por formar masas tabulares i pequeños llanos, rodeados por barrancos abruptos. Otras partes del cordon se dice que se componen de granito, i el mármol se ha hallado en la Sierra Tinta. Aparece de las observaciones de M. Parchappe que en Tandil hai un cordon de gneiss cuarzoso, mui parecido a las rocas de la Sierra Larga, cerca de Maldonado, que corre en la misma direccion NNE. a SSO., de manera que el marco del pais es aquí mui semejante al de la costa N. del Plata.

La sierra Guitrugueyu se halla situada a 60 millas al sur

de la sierra Tapalguen: consta de numerosos cordones paralelos, que se unen a veces, de cerca de 23 millas de ancho i 500 piés de altura sobre el llano, i corre en la direccion del NO. al SE. En su estremo SE. examiné algunos puntos, compuestos de gneiss, finamente granulado, que consta de feldspato con un poco de mica, i pasa en la cima del cerro a una como pizarra arcillosa, compacta i rojiza. El crucero era casi vertical, i su rumbo de NO. 10° al O. a SE. 10° al E; coincidia aproximadamente con la direccion de los cordones paralelos.

La sierra Ventana se halla casi al sur de la de Guitrugueyu; es notable por alcanzar una altura, mui poco comun en este lado del continente, de 3,340 piés. Consta hasta su cima de cuarzo, jeneralmente puro i blanco, pero a veces rojizo i dividido en gruesas láminas o estratos; en un sitio habia un poco de pizarra arcillosa lustrosa, con un crucero tortuoso. Las capas gruesas de cuarzo corren en la direccion del O. 30° N., buzando hácia el sur bajo un ángulo de 45° o mas. La línea principal de montañas, con algunos cordones paralelos subordinados completamente, corren aproximadamente al O. 25° N; pero en su terminacion SE. con el rumbo exacto. Esta Sierra se dice se estiende entre 20 i 30 leguas al interior.

Patagonia.—Con escepcion quizas del cerro de San Antonio (de 600 piés de altura) en el golfo de San Matías, que no ha sido nunca visitado por un jeólogo, no se encuentran rocas cristalinas en la costa de la Patagonia, en un espacio de 380 millas el sur de la sierra Ventana. En este punto (lat. 43° 50′) en puntos Union i Tombo, las rocas plutónicas se dice aparecen i se encuentran, a grandes intervalos, debajo de la formacion terciaria Patagónica, en un espacio de cerca de 300 millas hácia el sur, hasta cerca de la isla de Pájaros (Bird Island) en latitud 48° 56′. Juzgando por ejemplares que Mr. Stokes me envió atentamente, la roca prevaleciente en Puerto Santa Elena, Camarones, Malaspina, i hasta tan al sur como el Paps de Pineda, es un porfido arcilloso, rojizo o castaño, a veces laminado, a veces lijeramente

vesicular, con cristales de felspato opaco i con unos pocos granos de cuarzo; estos pórfidos se asemejan a los que vamos a describir en Puerto Deseado e igualmente a una serie que he visto en Puerto Alegre, en los confines australes del Brasil. Esta formacion porfídica se asemeja todavia mas, de una manera singularmente estrecha, a la formacion estratificada mas inferior de la cordillera de Chile, que como veremos mas adelante, tiene una vasta estension i alcanza un grande espesor. En el fondo del golfo de San Jorje, sólo se descubren depósitos terciarios. En Cabo Blanco hai rocas cuarzosas, mui parecidas a las de las Islas Falklands, i alguna pizarra arcillosa, silícea, azul i resistente. En Puerto Deseado, hai una estensa formacion de pórfido arcilloso, que se estiende, por lo menos 25 millas al interior; ha sido denudada i profundamente cavada ántes de ser cubierta por los depósitos terciarios, a traves de los cuales se proyecta aquí i allá, formando cerros; los del norte de la bahía alcanzan a 440 piés de altura. Los estratos han sido solevantados en algunas partes bajo pequeños ángulos, jeneralmente al NNO. o SSE. Por tránsitos graduales i alternancias, los pórfidos cambian incesantemente de naturaleza. Describiré sólo algunos de los principales cambios mineralójicos, que son mui instructivos i que examiné cuidadosamente. La roca prevaleciente tiene una base rojiza, compacta, con cristales de felspato térreo u opaca i a menudo con granos de cuarzo.

Hai otras variedades con una base casi verdaderamente traquítica, llena de pequeñas vesículas angulares i cristales de felspato vidrioso; i hai lechos de resinita negra i perfecta, así como una variedad concrecionaria, imperfecta. A primera vista, la serie total podria creerse de la misma naturaleza plutónica o volcánica que las variedades traquíticas i resinita; pero esto está léjos de ser efectivo, sobre todo con respecto al pórfido, que es ciertamente de orijen metamórfico. Ademas de los verdaderos pórfidos, hai muchos lechos de una materia facilmente fusible, térrea, enteramente blanca o amarillenta, friable, análoga a la cal, que bajo el microscopio se ve que consiste en pequeños cristales quebrados

i (como se ha dicho en el capítulo anterior) se asemeja singularmente a los lechos tobáceos superiores de la formacion terciaria patagónica. Esta sustancia terrosa se hace a menudo mas basta, incluyendo pequeños fragmentos redondeados de pórfidos i granos de cuarzo; i en un caso contenia tantos de este último que se asemejaba a una arenisca comun. Estos lechos se hallan a veces marcados con verdaderas líneas de deposicion ácuea, separando partículas de diferentes grados de rudeza; en otros casos hai líneas ferrujinosas paralelas. Estas líneas no son de verdadera deposicion, como lo demuestra la disposicion de las partículas, aunque singularmente lo parecen. Las variedades mas duras incluyen a menudo muchas cavidades angulares i pequeñas i otras mayores, que parecen debidas a la remocion de materia térrea; otras variedades contienen mica. Todas estas rocas térreas i jeneralmente blancas, pasan insensiblemente a unas variedades mas duras i sonoras, de fractura concoídea i sin embargo de poca gravedad específica, que toman en su mayor parte un tinte rojo-pálido i se presentan singularmente fajadas i vetadas con tintas diferentes i a veces se trasforman en verdaderos pórfidos con cristales de felspato. La formacion de estos cristales se halla indicada claramente por pequeños puntos angulares, a menudo parcialmente vacíos, de materia térrea, que toman primero una *estructura fibrosa*, pasan despues a cristales opacos, imperfectamente formados, i por último a unos cristales vidriosos perfectos. Cuando estos cristales han aparecido i la base se ha hecho compacta, la roca, en muchos puntos, no puede distinguirse de un verdadero pórfido arcilloso, sin ninguna huella de estructura mecánica. En algunas partes, estos lechos térreos o tobáceos pasan a rocas porcelánicas, hermosamente fajadas i manchadas, que se quiebran en astillas, traslucientes en sus bordes, duras lo bastante para rayar el vidrio i fusibles en glóbulos blancos, trasparentes. Algunos granos de cuarzo, que encierran las variedades porcelánicas, pueden verse fundidos en la masa incluyente. En otras partes, los lechos térreos o tabáceos pasan insensiblemente a brechas, o alternan

con ellas; brechas compuestas de grandes i pequeños fragmentos de varios pórfidos rojizos, con la matriz jeneralmente porfídica. Estas brechas, cuyo oríjen ácueo está en muchos lugares comprobado por la disposicion de sus mas pequeñas partículas i por una laminacion oblicua u ordinaria, pasan así mismo a pórfidos, en los cuales toda huella de oríjen mecánico i estratificacion ha desaparecido.

Algunas masas mui porfídicas, aunque de grano grueso, evidentemente de oríjen sedimentario, que se hallan divididas en capas delgadas i se diferencian unas de otras principalmente en el número de los granos de cuarzo que contienen, me llamaron mucho la atencion por la manera peculiar en que algunas de las capas terminaban abruptamente, manera mui distinta de lo que tiene lugar en las capas de sedimento que terminan naturalmente; hecho, sin duda, debido al resultado de un proceso subsiguiente de agregacion metamórfica. En otra variedad comun, de una textura mas fina, el proceso agregatorio ha ido mas léjos, porque la masa total consta de capas o estratos mui cortos, paralelos, a menudo lijeramente encorvados, de una materia felspática finamente gránulo-cristalina, blanquizca o rojiza, que termina jeneralmente en ámbos estremos en puntos obtusos; estos estratos o capas mas adelante tienden a pasar a pequeñas masas almendradas o cuneiformes i éstas finalmente, a verdaderos cristales de felspato con sus centros a menudo lijeramente tapizados de cristales. La serie era tan perfecta, que no pude dudar que estos grandes cristales, que tenian sus ejes mayores colocados paralelamente unos a otros, hubiesen provenido orijinariamente de la metamórfosis i agregacion de los estratos alternos de toba volcánica; i de consiguiente su posicion paralela debe atribuirse (por inesperada que pueda ser la conclusion), no a las leyes de la accion química, sino a los planos orijinales de deposicion.

Trataré de describir brevemente tres otras singulares variedades de rocas aliadas; la primera, sin previo exámen, habria pasado por una brecha porfídica estratificada, pero todos los fragmentos angulares incluidos, presentaban un

borde o ribete de sustancia felspática cristalina, rojiza, que rodeaba un centro oscuro, traslucientø i silicoso, en el cual podian distinguirse granos de cuarzo, no enteramente disueltos en la ganga; esta uniformidad en la naturaleza de los fragmentos, demuestra que no son de orijen mecánico sino de orijen concrecionario, habiendo resultado quizas del quebrantamiento i agregacion de las capas de toba volcánica endurecida, que contenian numerosos granos de cuarzo, a la cual, a la verdad, toda la masa pasaba en un sitio. La segunda variedad es una piedra arcillosa, no porfídica, rojiza, enteramente llena de cavidades esféricas, de cerca de media pulgada de diámetro, tapizada interiormente de cristales de cuarzo. La tercera variedad consta así mismo de una piedra arcillosa, de un color pálido-purpúreo, no porfídica, casi totalmente formada de bolas concrecionarias, indistintamente dispuestas en capas, de una piedra arcillosa ménos compacta i de un color mas pálido; hallándose cada bola en un lado parcialmente ahuecada i tapizada de cristales de cuarzo.

Seudo-Dikes.—Algunas millas mas arriba de la bahía, en una línea de barrancos formada de lechos arcilloso porfídicos i tobáceos, lijeramente metamorfoseados, observé tres dikes verticales tan semejantes en su aspecto jeneral a dikes volcánicos, ordinarios, que no dudé, hasta que no examiné de cerca su composicion, que no hubiesen sido inyectados de abajo. El primero es recto, con lados paralelos, i de cerca de 4 piés de ancho; consta de una materia tobácea endurecida, blanquecina i precisamente semejante a algunos de los lechos que atraviesa. El segundo dike es mas notable; es lijeramente tortuoso, de cerca de 18 pulgadas de espesor, i puede seguirse por una distancia considerable a lo largo de la costa; es de un color pardo de castaño o rojo purpurino i se halla formado principalmente de granos *redondeados* de cuarzo, con cristales quebrados de felspato terroso, escamas de mica negra i pequeños fragmentos de pórfido arcilloso, todos firmes i estrechamente unidos en una base dura i escasa. La estructura de este dike demuestra de una manera obvia que es de orijen mecánico i sedimentario; hácia arriba se

adelgaza i desaparece i no alcanza a atravesar los estratos superiores de los barrancos. Este hecho, al principio, parece indicar que la materia no ha podido provenir de arriba, (1) pero si reflexionamos sobre la succion que debe resultar al formarse una grieta mui profunda, podemos admitir que si ésta llega hasta la superficie en alguna parte, lodo i agua pueden perfectamente ser atraidos i depositados a lo largo de su curso. El tercer dike constaba de una roca blanca, dura i áspera, compuesta casi totalmente de cristales quebrados de felspato vidrioso, con numerosas escamas de mica negra, cementados en una base escasa; el aspecto de esta roca, era con poca diferencia el de un verdadero dike felspático inyectado. La materia que compone estos tres seudo-dikes, especialmente el segundo, parece haber sufrido, como los estratos circundantes, cierto grado de accion metamórfica; i esto es lo que ha contribuido a formar su engañoso aspecto.

En Bahia, en el Brasil, hemos visto que un dique hornbléndico, verdadero, inyectado, no sólo ha sufrido metamórfosis, sino que ha sido dislocado i aun diseminado en el gneiss circundante, bajo la forma de cristales separados i de fragmentos.

Islas Falkland.—He descrito estas islas en una relacion publicada en el tercer volúmen del «Geological Journal». Las cadenas de montañas constan de cuarzo i la parte baja de pizarra arcillosa i arenisca: esta última contiene fósiles paleozoicos.

Estos fósiles han sido descritos separadamente por los señores Morris i Sharpe. Algunos de ellos parecen formas silúricas i otros devónicas. En la parte oriental del grupo las varias cadenas de cuarzo, paralelas, se estienden de oeste a este: pero mas distante, hácia el oeste, la línea se hace ONO. a ESE. i aun todavia mas hácia el norte. Los planos de crucero de la pizarra arcillosa son mui inclinados

(1) Grietas llenas hasta arriba se encuentran en las formaciones volcánicas i en las sedimentarias. En el archipiélago de Galápagos, hai algunos ejemplos sorprendentes de seudo-dikes, compuestos de tofo duro.

jeneralmente bajo un ángulo de mas 50° i a menudo verticales; corren casi invariablemente en la misma direccion que los cordones cuarzosos. La línea esterior de las costas accidentadas de las dos islas principales i la relativa posicion de los islotes mas pequeños, concuerdan con la direccion de los ejes principales de elevacion i del crucero de la pizarra arcillosa.

Tierra del Fuego.—Mis apuntes sobre jeolojía de esta rejion son numerosos, pero como no son importantes i como no se han hallado fósiles sino en un distrito, una breve relacion bastará. La costa oriental, desde el Estrecho de Magallánes (donde la formacion errática se halla mui desarrollada) hasta la bahía de San Policarpo, se halla formada de estratos terciarios horizontales, limitados un poco hácia el interior, por una faja ancha, montañosa de pizarra arcillosa. Esta gran formacion de pizarra arcillosa se estiende desde el estrecho Le Maire, hácia el oeste, 140 millas a lo largo de ámbos lados del canal Beagle hasta cerca de su bifurcacion. Al sur de este canal, forma toda la isla de Navarino i la mitad oriental de la isla de Hosti i de la península Hardy; al norte del Canal Beagle se estiende en una línea NO. en ámbos lados del Almiralty Sound hasta la península de Brunswick, en el Estrecho de Magallánes i tengo motivos para creer que se estiende mucho mas hácia el lado oriental de la cordillera.

El lado occidental i recortado de la Tierra del Fuego, hácia el Pacífico, es formado de esquistos metamórficos, granite i varias rocas trápeas; la línea de separacion entre las formaciones cristalinas i de pizarra arcillosa puede distinguirse jeneralmente, como lo observa el capitan King (1), por el paralelismo, en los distritos de pizarra arcillosa, de las costas i canales, que corren con un rumbo de O. 20° o 40° N. a E. 20° o 40° S.

La pizarra arcillosa es jeneralmente foliable, a veces silicosa o ferrujinosa, con venas de cuarzo i espato calcáreo; a

(1) *Geographical Journal*, vol. I, p. 155.

menudo asume, especialmente en las montañas mas altas, un carácter alterado, felspático, pasando a un pórtido felspático. Accidentalmente se halla asociada con brechas i grauwakas. En la bahía de Buen Suceso hai un poco de caliza cristalina, negra, intercalada.

En Puerto del Hambre, gran parte de la pizarra arcillosa es calcárea i pasa, ya a una arcilla compacta, ya a una granwaka, que incluye concreciones de formas desiguales, de una caliza arcillosa, oscura. Aquí sólo, en la costa, a unas pocas millas al norte de Puerto del Hambre i en la cima del Mounte Tarn (2,600 piés de altura) encontré restos orgánicos; constan de

1. Ancyloceras simplex, d'Orbigny., Mounte Tarn.
2. Fusus (estado imperfecto) id. id.
3. Natica id. id. id.
4. Pentacrimus id. id. id.
5. Lucina escéntrica, G. B. Sowerby, Puerto del Hambre.
6. Vénus (en estado imperfecto) id. id.
7. Turbinolia (?) id. id. id.
8. Amites elatior, G. B. Sowerby id. id.

M. d'Orbigny dice (2) que M. M. Hombron i Grange encontraron en estas inmediaciones un Ancyloceras, quizas el *A. simplex*, un Ammonite, una Plicatula i Modiola. M. d'Orbigny cree por el carácter jeneral de estos fósiles, i porque el Ancyloceras es idéntico (en cuanto su estado imperfecto ha permitido compararlo) con el *A. simplex* de Europa, que la formacion pertenece a un piso de los mas antiguos del sistema cretáceo. El profesor E. Forbes, juzgando sólo por mis ejemplares, concurre en la probabilidad de esta conclusion. El Hamites eliator de la lista anterior, del que ha dado una descripcion M. Sowerby i que es notable por su gran tamaño, no ha sido visto por M. d'Orbigny ni por el profesor E. Forbes, pues a mi regreso a Inglaterra los ejemplares se perdieron. Es mui interesante ciertamente el hecho de que la gran formacion de pizarra arcillosa de la Tierra del Fue-

(2) *Voyage*, Part. geolog., p. 242.

o sea cretácea, si atendemos al aspecto del pais, que sin la evidencia suministrada por los fósiles, probablemente hubiese sido considerado, por analojía, como perteneciente a las series Paleozoicas (1), o si la consideramos como la prueba indiscutible de que la edad de esta porcion terminal del gran eje de Sud-América es la misma (como lo veremos mas adelante) que la de la Cordillera de Chile i el Perú.

La pizarra arcillosa, en muchas partes de la Tierra del Fuego, se halla atravesada por dikes (2) i por grandes masas de diorita, a menudo mui hornbléndica. Casi todos los pequeños islotes, dentro del distrito de pizarra arcillosa, se hallan así compuestos. La pizarra, cerca de los dikes, jeneralmente se hace de un color mas pálido, mas dura, ménos divisible, de una naturaleza felspática i pasa a un pórfido o diorita. En un caso, sin embargo, se hacia mas divisible, de

---

(1) I esto es tanto mas admirable si se tiene presente que el terreno silúrico de los Andes se estiende en una área de 80,000 a 100,000 millas cuadradas, mínimum, formando el dorso mas empinado de esa cadena i elevándose a una altura absoluta de 25,000 piés sobre el nivel del mar. Se estiende desde el nudo del Cuzco, entre los paralelos de 14 i 15° sobre la cadena nivosa de Carabaya i Apollabamba, a traves de las provincias de Muñecas, Larejaca, La Paz, Yungas, Inquisive, Ayopaya, Cochabamba, Misque, Chayanta, Yamperaez, Porco, Tomina i Cinti, desprendiendo contrafuertes hácia el E. de la cadena principal, por la provincia de Caupolican hasta el rio Beni, en Monjet, en Yuracores, Valle Grande, Santa Cruz i Chuquisaca, i al E. en las provincias de Oruro, Potosí i Chichas. Las rocas se componen de pizarra arcillosa, arcillas i graywackas i pertenecen al silúrico, desde el pié hasta la cúspide. M. d'Orbigny ha descrito diez especies de los fósiles silúricos de los Andes i M. Forbes ha agregado diezinueve especies. Los jéneros a que pertenecen son: Cruceana, Lingula, Orthis, Graptolipthus, Phacops, Asaphus, Boliviana, Patella, Bellerophon, Arca (?) Ctenodonta, Cucullella, Strophomena, Tentaculites, Beyrichia, Homalonotus. Dos especies de Phacops son devónicas probablemente, por lo que sólo tenemos veintisiete especies de fósiles pertenecientes al silúrico de los Andes.

(2) En un dike diorítico en el canal Magdalena, el felspato presentaba los mismos ángulos de los planos de crucero de la albita. Este dike se hallaba atravesado, así como la pizarra circundante, por una gran veta de cuarzo, circunstancia mui rara.

un color rojo, i contiene pequeñas escamas de mica que no se encuentran en la roca no alterada.

En el lado oriental de Pousonby Sound, algunos dikes compuestos de una roca felspática, porfídica con pocos cristales de felspato, eran notables por su número (habrian en el espacio de una milla, a lo ménos, cien); por su tamaño, que casi igualaba al de la pizarra intermedia, i mas especialmente, por la excesiva finura (como la obra mas fina de carpintería) i el perfecto paralelismo de sus junciones con las láminas casi verticales de la pizarra arcillosa. No pude convencerme de que estas grandes masas paralelas hubiesen sido inyectadas, hasta que encontré un dike que gradualmente disminuia de espesor hasta su mitad anterior, i tenia una de sus murallas dentadas, con fragmentos de la pizarra embutidos en él.

Al sur de la Tierra del Fuego, la pizarra arcillosa, hácia su límite SO., se hace mui alterada i felspática. Así en la isla de Wollaston la pizarra i grauwacka puede verse distintamente que pasan a rocas felspásticas i dioritas, incluyendo piritas de hierro i epidota, pero conservando todavia vestijios del crucero con la direccion i buzamiento comunes. Una de estas masas metamorfoseadas, se hallaba atravesada por grandes masas, en forma de vetas de una fina mezcla (como lo afirma el profesor Miller) de epidota verde, granates i espato calcáreo, blanco. En la parte norte de esta misma isla, habia varias rocas antiguas, volcánicas, submarinas, compuestas de amigdaloides con bole oscuro i ágata—de basaltos, con olivina descompuesta—de lava compacta, con felspato vidrioso, i de un conglomerado basto de escórias rojas, en parte amigdaloide con carbonato de cal.

La parte sur de la isla de Wollaston i las islas de Hermitas i Hornos parecen formadas de conos de diorita; los islotes aislados de Defensa i D. Ramirez se dice que (1) constan de lava porfídica. Cruzando la península Hardy, la pizarra, que retiene todavia huellas de su crucero comun, pasa a ro-

(1) Profesor Jameson, *Voyage*.

cas felspáticas columnares, que son sucedidas por una porcion irregular de rocas trápeas i basálticas, que contienen felspato vidrioso i mucha pirita de hierro. Se encuentra tambien un pórfido rojo, arcilloso, áspero al tacto, i una especie de traquita, con agujas de hornblenda; i habia así mismo una roca pizarrosa singular, dividida en columnas cuadrangulares, que exhibe una base semejante a traquita, con cavidades tapizadas de cristales mui imperfectos, segun el profesor Miller, para ser medidos, pero que semejan Zeagonita (1). En medio de estas rocas singulares, que no dudo son de antiguo oríjen volcánico submarino, se proyectaba un alto cerro de pizarra arcillosa, felspática, que conservaba el crucero comun. Cerca de este sitio habia otro monte pequeño que ofrecia el aspecto del granito i se hallaba formado de albita blanca, brillantes cristales de hornblenda (ámbos comprobados por el goniómetro reflector) i mica; pero sin cuarzo. No se ha encontrado ningun distrito volcánico reciente en ninguna parte de la Tierra del Fuego.

Cinco millas al O. de la bifurcacion del Canal Beagle, la formacion pizarrosa, en vez de hacerse felspática, como en la parte mas austral de la Tierra del Fuego, i hallarse asociada con rocas trápeas i volcánicas antiguas, pasa por alternaciones a una gran masa subyacente de fino gneiss i pizarra arcillosa, lustrosa, la cual a no gran distancia es reemplazada por una gran formacion de mica-pizarra, que contiene granates. Las hojas de estos esquistos metamórficos corren paralelas á los planos de crucero de la pizarra arcillosa, que tiene una direccion mui uniforme en toda esta parte del pais. Las hojas, sin embargo, son onduladas i tortuosas, miéntras que las láminas de crucero i de la pizarra son rectas. Estos esquistos componen la cadena de montañas principal de la Tierra del Fuego en su parte sur, que corre a lo largo del lado norte del brazo setentrional del canal Beagle en una línea corta de ONO. a ESE., ofreciendo dos puntos

(1) Este mineral se presenta en una antigua roca volcánica cerca de Roma.

(montes Sarmiento i Darwin) que se elevan a alturas de 6,800 a 6,900 piés. En el lado SO. de este brazo norte del canal Beagle, se ven los estratos de la pizarra arcillosa que buzan desde la gran cadena, de manera que los esquistos metamórficos forman aquí un dorso cubierto en cada lado por pizarra arcillosa. Mucho mas al N., sin embargo, i hácia el O. de este gran cordon, no hai pizarra arcillosa, sino sólo gneiss, mica i pizarra hornbléndica, que descansan sobre grandes cerros áridos de verdadero granito que ocupan un espacio de cerca de 70 millas de ancho.

Así mismo, al O. de estas rocas, las islas estremas son de formacion trápea, la cual, segun informaciones obtenidas durante los viajes de la *Adverture* i *Beagle*, parece que junto con el granito, es la que prevalece principalmente a lo largo de la costa occidental hasta la entrada del Estrecho de Magallánes.

Un poco mas al interior, en el lado oriental de la isla de Clarence i S. Desolacion, parece que predominan el granito, la diorita, la mica pizarra i el gneiss. Estoi por creer que donde la pizarra arcillosa ha sido metamorfoseada a grandes profundidades bajo la superficie, el gneiss, la mica pizarra i otras rocas aliadas han sido formadas, pero donde la accion ha tenido lugar mas cerca de la superficie, pórfidos felpspáticos, dioritas, etc., han resultado, acompañadas con frecuencia por erupciones volcánicas submarinas.

Sólo una otra roca, que se encuentra en ámbos brazos del canal Beagle, merece mencion, a saber, una mezcla gránulo-cristalina de albita blanca, hornblenda negra, (segun medidas de los cristales confirmadas por el profesor Miller) i un poco de mica parda, pero sin nada de cuarzo. Esta roca se presenta en grandes masas, semejando estrechamente en su forma esterior, al granito o sienita. En el brazo meridional del canal, una masa semejante subyacia a la mica pizarra, sobre la cual la pizarra arcillosa se hallaba superpuesta. Esta roca plutónica peculiar, que como hemos visto, se presenta tambien en la península Hardy, es interesante por su perfecta similaridad con la que forma el gran eje inyectado

de la cordillera de Chile, i que llamaremos mas adelante **Andesita.**

La estratificacion de la pizarra arcillosa es jeneralmente mui oscura, si bien el crucero se halla notablemente bien definido. Empezaremos con las partes estremas, orientales de la Tierra del Fuego: los planos de crucero cerca del estrecho de Le Maire, se dirijen de O. a E. u OSO. a ENE. i se hallan mui inclinados; la forma del terreno, incluyendo la isla de los Estados, indica que los ejes de elevacion han seguido esta misma direccion, aunque no me fué posible distinguir los planos de estratificacion. Siguiendo al O., examiné cuidadosamente el crucero de la pizarra arcillosa en los lados N., E. i O. de la isla de Navarino, (35 millas distante) i siempre encontré que las láminas corrian con estrema regularidad de ONO. a ESE. nunca variando mas de un punto del compas en esta direccion (1).

En la costa oriental i occidental crucé en ángulos rectos los planos de crucero, en un espacio de cerca de 8 millas, i encontré que buzaban bajo un ángulo de entre 45 i 90°, jeneralmente al SSO., a veces al NNE. i con frecuencia se hacian completamente verticales. El buzamiento al SSO. a veces se hallaba reemplazado abruptamente por un buzamiento al NNE. i éste por un crucero vertical o nuevamente por el buzamiento al SSO. Como en un barranco alto, en el estremo oriental de la isla, las láminas de la pizarra se veian replegadas con mui grandes e irregulares encorvaduras i corrian en la direccion comun de ONO., creo que estos variados i opuestos buzamientos, pueden esplicarse posiblemente suponiendo que las láminas de crucero, aunque a la vista aparezcan rectas, forman parte de grandes curvas abruptas cuyas cimas han sido cercenadas i arrasadas.

En varios lugares fuí sorprendido con el hecho de que las láminas finas de la pizarra arcillosa, donde cortaban rec-

(1) La pizarra arcillosa en esta isla se hallaba en muchos lugares cruzada por junturas paralelas planas. Fuera de cinco casos, el ángulo de interseccion entre la direccion de estas junturas i la de las láminas de crucero, fué en dos casos de 45° i en otros dos de 79°.

tamente las líneas de estratificacion, o sean sin duda, los verdaderos planos de crucero, se diferenciaban lijeramente en sus tintas gris o verdosa, en compactitud i en que algunas de las láminas tenian un aspecto mas jaspoide que las otras. No he visto citado este hecho, i me parece importante, porque demuestra que la causa que ha producido la estructura tan divisible, ha alterado lijeramente el carácter mineralójico de la roca en los mismos planos. Las líneas de estratificacion, que acaban de citarse, pueden distinguirse en muchos lugares, especialmente en la isla de Navarino, pero sólo en las superficies de la pizarra espuestas a la accion atmosférica. Constan de zonas lijeramente onduladas, de diferentes colores i espesor i se asemejan a las marcas (en la mas exacta comparacion) que restan en el interior de una vasija de la que se ha estraido un líquido impuro, despues de ajitarlo lijeramente. Ninguna diferencia en composicion que corresponda a estas zonas, puede descubrirse en las fracturas recien hechas. En las partes mas niveladas de la isla de Navarino, estas zonas de estratificacion eran casi horizontales, pero en los flancos de las montañas, se hallaban inclinadas, aunque nunca bajo un ángulo mui grande, a lo ménos en los casos que observé. Creo que no hai duda que estas zonas, que aparecen sólo en las superficies espuestas al aire, son los últimos vestijios de los planos orijinarios de estratificacion, ahora casi obliterados por la estructura mui hojosa i alterada que presenta la masa.

La pizarra arcillosa presenta sus planos de crucero en la misma direccion de ONO. a ESE. que en la isla de Navarino, a ámbos lados del canal Beagle, en el lado E. de la isla Hoste, en el lado NE. de la península Hardy i en el punto norte de la isla Wollaston; aunque en estas dos últimas localidades el crucero ha sido mui oscurecido por la condicion metamorfoseada i felspática de la pizarra. Dentro del área de estas varias islas, inclusa la isla de Navarino, la direccion de la estratificacion i de las cadenas de montañas es mui oscura, aunque los cerros en muchas partes parecen correr en la misma direccion ONO. que el crucero. El contorno de

la costa, sin embargo, no corresponde con esta línea. Cerca de la bifurcacion del canal Beagle, donde se ven por primera vez los esquistos metamórficos subyacentes, se hallan foliados (con algunas irregularidades) en esta misma direccion ONO. i paralela, como se ha dicho, al eje principal de las montañas de esta parte del continente. Al O. de este cordon principal, los esquistos metamórficos se hallan foliados, aunque ménos claramente en la misma direccion, que es igualmente comun a la zona de las antiguas rocas trápeas, que forman los islotes estremos. Por consiguiente, el área sobre la cual el crucero de la pizarra i la foliacion de los esquistos metamórficos corren con una direccion aproximada de ONO. a ESE., tiene cerca de 40 millas de estension de N. a S., i 90 millas de E. a O.

Mas al N., cerca de Puerto Hambre, la estratificacion de la pizarra arcillosa i de las rocas asociadas, se halla mui definida i el crucero i los planos de los estratos son paralelos. Un poco al N. de este puerto, hai un eje anticlinal que corre NO. (o un poco mas al O.) a SE. Al S. del puerto, hasta el abra del Almirantazgo i el canal Gabriel, el contorno de la tierra claramente indica la existencia de varias líneas de elevacion en esta misma direccion NO., que, puedo agregar, es tan uniforme en la mitad occidental del Estrecho de Magallánes, que, como lo observa el capitan King, «una regla paralela colocada en el mapa sobre los puntos proyectados de la costa S., i estendida a traves del Estrecho, tocaria tambien el promontorio de la costa opuesta.»

Aparece de las observaciones del capitan King que sobre toda esta área el crucero se estiende en la misma direccion. Profundos canales, sin embargo, en todas partes de la Tierra del Fuego se han abierto a traves de las líneas de la estratificacion i crucero; muchos de ellos pueden haber sido formados durante la elevacion de la tierra por larga i continuada erosion; pero otros, por ejemplo el canal Beagle, que se estiende como un estrecho canal por 120 millas oblícuamente a traves de las montañas, puede difícilmente haberse así formado.

Finalmente, hemos visto que en el estremo oriental de la Tierra del Fuego, el crucero i las líneas de la costa se estienden O. a E. i aun de OSO. a ENE. Sobre una gran área al O., el crucero, el encadenamiento principal de las montañas i algunos cordones subordinados, pero no los contornos de la costa siguen la direccion ONO. a ESE. En las partes central i occidental del Estrecho corren aproximadamente NO. a SE. Al N. del Estrecho, el contorno de la costa i las montañas del continente, corren casi de N. a S. Vemos, pues, que en este punto austral del continente, la cordillera dobla gradualmente, despues de un curso de tantos miles de millas de lonjitud de N. a S., en una direccion E. i aun ENE.

Costa occidental desde las islas Chonos hácia el norte.—El primer lugar en que desembarqué al N. del Estrecho de Magallánes fué cerca del cabo Tres Montes, en latitud 47° S. Entre este punto i las islas Chonos mas setentrionales una distancia de 200 millas, el *Beagle* visitó varios puntos i fueron recojidos algunos ejemplares de los espacios intermedios, por el teniente Stokes. La roca predominante es la mica pizarra, con gruesas hojas de cuarzo, que con frecuencia alterna i pasa a un esquisto clorítico o un esquisto negro, lustroso, a menudo estriado, lijeramente antracítico, que tizna el papel i sometido a un alto grado de calor se pone blanco i se funde. Estos esquistos negros encierran a veces delgadas capas de felspato, que se ensanchan en partes en núcleos bien cristalizados, i observé una masa de la variedad negra ordinaria, que insensiblemente perdia su estructura hojosa i pasaba a una mezcla singular de clorita, epidota, felspato i mica. Grandes vetas de cuarzo son numerosas en la mica-esquisto i cuando esto ocurre las hojas se hallan mui replegadas.

En la parte S. de la península de Tres Montes, una roca compacta alterada, felspática, con cristales de felspato i granos de cuarzo, es la variedad mas comun; esta roca (1)

(1) La forma peculiar, abruptamente cónica de los cerros en esta vecindad habria conducido a cualquiera a primera vista a suponer que habrian sido formadas por rocas inyectadas o intrusivas.

exhibe ocasionalmente huellas de una estructura orijinal brechoidea i a menudo presenta (como la pizarra alterada de la Tierra del Fuego) señales de planos de crucero, que corren en la misma direccion que las hojas de la mica-esquisto, mas al N.

En la isla Ynchemo, una roca análoga se hace gradualmente gránulo cristalina i adquiere escamas de mica; i esta variedad en San Estéban se vuelve mui laminada i aunque exhibe todavia algunos granos redondeados de cuarzo, pasa al esquisto lijeramente antracítico, lustroso, negro, que como hemos visto repetidamente alterna i pasa a los esquistos micáceos i cloríticos. Esto manifiesta que todas las rocas en esta línea de costa pertenecen a una serie e insensiblemente varian desde la pizarra arcillosa felspática, alterada, hasta la verdadera mica-esquisto, mui foliada.

El crucero de los esquistos homojéneos, la foliacion de los compuestos de mas o ménos distintos minerales en capas, i los planos de alternancia de las diferentes variedades o sea la estratificacion, son todos paralelos i conservan sobre estas 200 millas de costa, un grado notable de uniformidad de direccion. Al estremo N. del grupo, en Low Harbour, las hojas bien definidas de la mica-esquisto corren en donde quiera dentro de 8° (o ménos de un punto del compas) de N. 19° O. a S. 19° E.; i aun el punto de buzamiento varía mui poco, siendo siempre dirijido al O. i jeneralmente bajo un ángulo de 40°. Haré presente que aqui hallé mui buenas ocasiones de observacion, porque seguí la roca desnuda en la costa, trasversalmente a la direccion, por una distancia de 4½ millas, i en todo el camino observé el buzamiento.

A lo largo de las islas estremas, por 100 millas al sur de Low Harbour, el teniente Stokes durante su inspeccion, observó especialmente la direccion de la foliacion i me aseguró que era invariablemente hácia el N. i el buzamiento, con una sola escepcion, hácia el O. Mas al S. en la bahía de Vallenar, la corrida era casi universalmente al N. 25° O. i el buzamiento, jeneralmente bajo un ángulo de cerca de 40°, al O. 25° S., pero en algunos lugares casi verti-

cal. Todavia mas al S., en los alrededores de las bahias de Ana Pink, San Estéban i San Andres i (juzgando a la distancia) a lo largo de la parte S. de Tres Montes, la foliacion i el crucero corren en la direccion N. 11° a 22° O. a S. 11° a 22° E. i los planos buzaban jeneralmente al O., pero con frecuencia al E., bajo ángulos que varian desde una lijera inclinacion hasta la vertical. En la bahía de Ana Pink, donde los esquistos jeneralmente buzan al E., siempre que el ángulo se eleva, la direccion cambia de N. 11° O. hasta N. 45° O. De una manera análoga en la bahía de Vallenar, donde el buzamiento era al O. (a saber, en término medio, O. 25° S.) tán luego como el ángulo subia, los planos corrian en una direccion de mas de 25° al O. El resultado promediado de todas las observaciones en estas 200 millas de costa, es una direccion de N. 19° O. a S. 19° E. Considerando que en cada lugar referido mis observaciones se estendieron sobre una área de varias millas i que las observaciones del teniente Stokes se referian a una lonjitud de 100 millas, pienso que esta notable uniformidad se halla mui bien establecida. El predominio, en toda la mitad N. de esta línea de costa, de un buzamiento en una direccion, esto es al O., en vez de ser ya al O., ya al E., es una circunstancia estraordinaria, juzgando por lo que he visto en otras partes.

En el Brasil, la Plata, las islas Falkland i la Tierra del Fuego, hai jeneralmente una relacion obvia entre los ejes de elevacion, el contorno de la costa i la direccion del crucero o foliacion. En el archipiélago de los Chonos, sin embargo, ni los menores detalles de la línea de la costa ni la cadena de la cordillera ni los ejes trasversales subordinados de los cerros concuerdan con la direccion de la foliacion i crucero: la direccion media de las numerosas islas que componen este archipiélago i aparentemente la línea de la Cordillera, corren N. 11°O. miéntras que, como hemos visto, la direccion promediada de la foliacion es N. 19°O.

Hai una escepcion interesante a la uniformidad de la direccion de la foliacion. En el punto N. de Tres Montes (lat. 45°52") hai una alta cadena de granito, entre 2,000 i 3,000

piés de altura, que corre desde la costa al interior (1) en una línea ESE. o mas estrictamente E. 28° S. a O. 28° N. En una bahía, al pié N. de este cordon, hai unos pocos islotes de mica-pizarra, con sus hojas o láminas a veces horizontales, pero por lo comun inclinadas, bajo un ángulo promediado de 20° al N.

En el flanco escarpado al N. del cordon, hai unos pocos pedazos (algunos enteramente aislados i no mayores de media corona) de la mica-esquisto, foliada, con el mismo buzamiento al N. En su ancha cima, hasta la arista sur, hai mucha mica pizarra, en algunas partes hasta de 400 pies de espesor, cuyas hojas buzan todas al N, bajo ángulos que varían de 5 a 20°; pero a veces llegan a 30°. El flanco S., consta de granito desnudo. La mica-pizarra se halla penetrada por pequeñas venas de granito, que se desprenden del cuerpo principal (2). No tomando en consideracion la direccion prevaleciente de las hojas en otras partes de este archipiélago, se podria haber creido que ellas hubiesen buzado al N. 28° E., esto es, directamente desde la arista i en razon a su escabrosidad, bajo una alta inclinacion; pero el buzamiento real, como lo acabamos de ver, al pié, en el flanco N. i en toda la cima, es bajo un ángulo pequeño i dirijido casi rectamente al norte. Estas consideraciones me obligaron a pensar que quizas tuviésemos aquí el hecho nuevo i curioso de láminas ya inclinadas que hubiesen sido oblícuamente levantadas en un período subsiguiente por un eje granítico. Mr. Hopkins, tan conocido por sus investigaciones matemáticas, ha estudiado el problema.

---

(1) A la distancia, otros cerros pueden verse correr aparentemente del NNE. al SSO. en ángulo recto con éste. Debo agregar que no mas léjos de bahía de Vallenar hai un hermoso cordon aparentemente de granito, que se proyecta a traves de la mica-pizarra del NE. por el N. al SO. por el S.

(2) El granito en estas venas, como jeneralmente en la juncion con la mica-pizarra, es mas cuarzoso que en otras partes. Este granito, agregaré se halla atravesado por diques que corren por mucha estension en la direccion de las montañas, i se componen de eurita algo laminada, con cristales de felspato, hornblenda i cuarzo octogonal.

La proposicion remitida fué: tómese un distrito compuesto de láminas que buzan, bajo un ángulo de 40° al O. 19° S. i hágase que un eje de elevacion lo atraviese en una línea E. 28° S. ¿cuál será la posicion de las láminas en el flanco norte despues de un primer solevantamiento de 45°? Mr. Hopkins me informa que el ángulo del buzamiento seria 28° 31′, i su direccion al N., 30°33′, O. (3). Variando el ángulo supuesto de inclinacion, nuestras hojas préviamente inclinadas pueden ser elevadas bajo un ángulo entre 26° que es el menor posible, i 90°; pero si una pequeña inclinacion se les da así, su punto de buzamiento se separará mucho del norte i por consiguiente no coincidirá con la actual posicion de las hojas de mica-esquisto en nuestro cordon granítico.

Por esto es mui difícil, sin variar considerablemente los elementos del problema, esplicar la direccion i buzamiento anómalo del esquisto micáceo hojoso, especialmente en aquellas partes, como ser la base del cordon, donde las hojas son casi horizontales. Mr. Hopkins, sin embargo, agrega que grandes irregularidades i movimientos impelentes, laterales, pueden tener lugar en una línea estensa de elevacion i que éstos esplicarian las desviaciones considerables de los resultados calculados.

Considerando que el eje granítico, como lo demuestran las venas, ha sido inyectado indisputablemente despues de la formacion completa de la mica-pizarra, i considerando la uniformidad de la direccion de las hojas en todo el resto del Archipiélago, debo pensar todavia que su anómala posicion en este punto se halla, en cierta manera, directa i mecánicamente relacionada con la inyeccion de esta cadena de montañas de granito de ONO. a ESE.

Los dikes son frecuentes en los esquistos metamórficos de las islas Chonos i parecen débilmente representar esa gran

(3) En el lado sur del eje, (donde sin embargo no vi mica-pizarra el buzamiento de las hojas seria bajo un ángulo de 77° 55′, dirijidas al O. 35° 33′ S.; De ahí que los dos puntos de buzamiento en los lados opuestos del cordon, en vez de ser, como en los casos ordinarios, directamente opuestos uno a otro bajo un ángulo de 180°, seria aquí sólo de 86° 50.

faja de rocas volcánicas trápeas antiguas de la costa SO. de la Tierra del Fuego. En San Andres observé en el espacio de 1/2 milla siete anchos dikes paralelos, compuestos de tres variedades de trap, que corrian en una direccion NO. a SE. paralela a los cordones de cerros vecinos de pizarra arcillosa alterada; pero deben ser de orijen mui posterior a estos cordones, porque atraviesan la formacion volcanica descrita en el último capitulo. Al N. de Tres Montes, observé tres dikes de diferente composicion cada uno, de los cuales habia uno que tenia una base eurítica que incluia grandes octógonos de cuarzo; estos dikes, así como varios de la diorita porfídica de la bahía de Vallenar, se estienden al NE. i SO. casi bajo ángulos rectos con la foliacion de los esquistos, en la línea de sus junturas. En la bahía de Low, sin embargo, una hilera de grandes dikes paralelos, uno de 90 yardas i otro de 60 de ancho, han sido dirijidos por la foliacion del esquisto micáceo por lo que se hallan inclinados al oeste, bajo un ángulo de 45°. Estos dikes son formados de varios traps porfídicos, algunos de los cuales son notables por contener numerosos granos de cuarzo redondeados. Un trap porfídico de esta última especie, pasaba en uno de los dikes a una especie mui curiosa de pedernal, perfectamente blanca, con una fractura de cera i bordes pelúcidos, fusibles, que contenia muchos granos de cuarzo i piritas de hierro. En el dike de 90 yardas, varios grandes fragmentos, ahora aislados, de mica-pizarra, se hallaban embutidos, pero como su foliacion era exactamente paralela a la de la roca sólida circundante, no dudo que estos fragmentos separados formaron primitivamente porciones dependientes cuneiformes, de una bóveda o corteza que ántes cubria el dike, pero que desde entónces ha sido corroida i denudada.

Chiloé, Valdivia i Concepcion.—En Chiloé, una gran formacion de mica-esquisto admirablemente se asemeja a la de las islas Chonos. En un espacio de 11 millas en la costa SE. las hojas eran mui distintas, aunque lijeramente contorneadas i corrian dentro de un punto NNO. a SSE., buzando al ENE. o mas conmunmente al OSO. i en un ángulo prome-

diado de 22° (en un lugar, sin embargo, de 60°) i por consiguiente decididamente bajo una menor inclinacion que en las islas Chonos.

En las costas O. i NO, la foliacion era a menudo oscura, aunque, donde mejor definida, corria NO. a SE. buzando al E. o al O. bajo ángulos variables i jeneralmente mui pequeños. Desde la parte sur de Tres Montes hasta el estremo N. de Chiloé, una distancia de 300 millas, hemos hallado pues rocas estrechamente aliadas, rocas cuyas láminas corren aproximadamente en una misma direccion, es decir, entre N. 11° i 22° O, Así mismo, en Valdivia nos encontramos con la misma mica-esquisto, que exhibe casi los mismos tránsitos mineralójicos que en el archipiélago de los Chonos, la cual, sin embargo, con frecuencia se hace mas ferrujinosa i contiene tanto felspato que parece pasar al gneiss. Las hojas se hallaban jeneralmente bien definidas; pero en ninguna otra parte de Sud-América observé que variasen tanto en direccion. Esto parece que se debe principalmente a que forman partes, como pude comprobarlo varias veces, de grandes curvas planas. Sin embargo, cerca de la ciudad i hácia el interior, parecia predominar una direccion NO. SE., con un ángulo de buzamiento pequeño jeneralmente. En Concepcion, una pizarra arcillosa, mui lustrosa, tenia su crucero a menudo lijeramente curvilíneo e inclinado, aunque nunca bajo un ángulo elevado, hácia varios puntos del compas (1).

(1) Observé en algunas partes que los estremos superiores de las láminas de la pizarra arcillosa (b. de la figura adjunta) que se hallan bajo el detritus superficial i suelo A. se hallaban doblados, como se ve en la figura, que

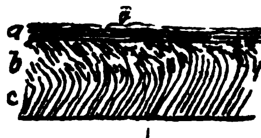


Fig. 123

es tomada de una presentada por Sir H. de la Beche (p. 42 *Geolojical Manual*) de un fenómeno exactamente igual del Devonshire. Mr. R. A. C.

Pero aquí como en Valdivia una direccion NO. a SE. parecia ser la mas frecuente. En ciertos puntos, grandes venas de cuarzo eran numerosas i cerca de ellas, el crucero, como sucede con la foliacion de los esquistos en el archipiélago de los Chonos, se hacia mui tortuoso.

En el estremo norte de la Isla de la Quiriquina, en la bahía de Concepcion, por lo ménos ocho dikes indistintamente paralelos, que han sido conducidos hasta cierta estension, por el crucero de la pizarra, se presentan en el espacio de $^1/_4$ de milla. Varían mucho en composicion, asemejándose en muchos respectos a los dikes de la bahía Low. El mayor número consta de pórfidos felspáticos que a veces contienen granos de cuarzo. Uno, sin embargo, era negro i brillante, como una roca aujítica, pero realmente formado de felspato; otros de una naturaleza felspática eran completamente blancos, con una fractura térrea o cristalina, e incluian granos i octógonos regulares de cuarzo. Estas variedades blancas pasaban a dioritas comunes. Aunque aquí i en bahía Low la naturaleza de la roca variaba considerablemente en el mismo dike, debo pensar sin embargo que en estos lugares i en otras partes del grupo de los Chonos, donde los dikes, aunque próximos i paralelos, son de diferente composicion, deben haber sido formados en períodos diferentes. En el caso de la Quiriquina ésta es una conclusion mui interesante, porque estos ocho dikes paralelos atraviesan los esquistos metamórficos con rumbo NO. a SE. i desde su in-

---

Austen tambien en su excelente memoria sobre el SE. del Devon, ha descrito este fenómeno; lo atribuye a la accion de la helada, pero al mismo tiempo duda de que la helada actual penetre a una profundidad suficiente. Como es sabido que los temblores afectan particularmente la superficie del suelo, soi de opinion que esta apariencia pueda quizas deberse, a lo ménos en Concepcion, a su frecuente ocurrencia. En tales casos, las capas superficiales de detritus habrian sido impelidas en una direccion, o donde la superficie era inclinada, empujadas hácia abajo durante cada fuerte vibracion. En Gales del Norte hemos visto unca so ménos regular, pero semejante, aunque en mayor escala, i producida por una causa mui diferente, es decir, por el trasporte de los grandes *icebergs* o témpanos de hielo, hecho que ha sido observado en Norte América.

yeccion, los estratos superyacentes cretáceos o terciarios han sido solevantados, (miéntras se hallaban bajo el mar) en una línea NO. 10° al N. a SE. 10° al S.; i en seguida, durante el gran temblor de Febrero de 1835, el terreno en esta vecindad fué agrietado en líneas del NO. a SE. i por la manera en que los edificios fueron derribados, es evidente que la superficie onduló en esta direccion.

Chile Central i Norte.—Desde el norte de Concepcion hasta Copiapó, las costas del Pacífico constan, con escepcion de algunas pequeñas hoyas terciarias, de gneiss, mica-esquisto, pizarra arcillosa alterada, granito, diorita i sienita.

La costa, pues, desde Tres Montes hasta Copiapó, una distancia de 1,200 millas i tengo razones para creer que por mucho mayor espacio, se halla casi similarmente constituida. Cerca de Valparaiso, la roca predominante es el gneiss que incluye jeneralmente mucha hornblenda. Bolas concrecionarias formadas de felspato, hornblenda i mica, de 2 o 3 piés de diámetro, se hallan en muchos lugares concordantemente englobadas por el gneiss foliado. Venas de cuarzo i felspato, incluyendo chorlo negro i epidota bien cristalizada, son numerosas. La epidota igualmente se presenta en el gneiss en delgadas capas, paralelas a la foliacion de la masa. Una gran vena de un carácter granítico, basto, era notable porque en un punto cambiaba enteramente de carácter e insensiblemente pasaba a un pórfido negruzco, que encerraba cristales aciculares de felspato vidrioso i hornblenda. No he visto ningun otro caso semejante.

Humboldt ha descrito con mucha sorpresa bolas concrecionarias, con divisiones concéntricas, compuestas de felspato vítreo parcialmente, hornblenda i granates, incluidas en grandes venas de gneiss que atravesaban la mica-pizarra, cerca de Venezuela.

En las pocas observaciones siguientes sobre las rocas de Chile, aludiré esclusivamente a su foliacion i crucero. En los alrededores de Valparaiso la direccion de la foliacion es mui variable, pero creo que la mas comun es N. 10° al O. a S. 10° al E. Esto igualmente concuerda con el crucero de la pi-

zarra arcillosa felspática alterada, accidentalmente encontrada en la costa a 90 millas al norte de Valparaiso. Una pizarra felspática que alterna con estratos de pórfido arcilloso, en la Campana de Quillota i en Jahuel i que por consiguiente pertenece quizas a un período posterior al de los esquistos metamórficos de la costa, ofrecia un crucero en esta misma direccion. En la Cordillera oriental, en el paso del Portillo, hai una gran masa de mica-pizarra, foliada en una direccion de N. a S. i con un gran buzamiento hácia el O. En el cordon de Uspallata, la pizarra arcillosa i la grauwacka tienen un crucero mui inclinado, casi de N. a S., aunque en algunas partes la direccion es irregular. En el cordon principal o la cumbre, la direccion del crucero de la pizarra felspática arcillosa, es de NO. a SE.

Entre Coquimbo i Huasco hai dos considerables formaciones de mica-pizarra, en una de las cuales la roca pasaba a veces a una pizarra arcillosa comun i a veces a una variedad negra lustrosa, mui semejante a la del archipiélago de los Chonos.

Las hojas i el crucero de estas rocas corrian entre N. a NO. 10° al N. i S. a SO. 10° al S. Cerca del puerto del Huasco, varias variedades de pizarra arcillosa alterada tienen un crucero enteramente irregular. Entre Huasco i Copiapó hai algunas pizarras silicosas i talcosas, cuyos cruceros corren en una direccion de N. a S. con un buzamiento hácia el E. entre 60 i 70°. Mui al interior, tambien, en el valle principal de Copiapó hai mica-pizarra con un alto buzamiento al E. En el espacio total entre Valparaiso i Copiapó el buzamiento al E. es mucho mas comun que su opuesto o al O.

Observaciones resumidas sobre el crucero i la foliacion.—En la parte sur del hemisferio austral hemos visto que las láminas del crucero corren sobre anchas áreas con notable uniformidad, cortando rectamente los planos de estratificacion, pero siendo todavia paralelas en direccion, a los ejes principales de elevacion i jeneralmente a los contornos de la costa. La inclinacion, sin embargo, es tan variable en el ángulo i en la direccion (es decir, inclinándose a veces a un

lado i a veces al lado directamente opuesto) como es uniforme la direccion. En todos estos respectos hai una estrecha conformidad con los hechos dados por el profesor Sedgwik en su célebre memoria en las «Geological Transactions» i por Sir R. Y. Murchison en sus varias excelentes discusiones sobre este asunto. Las islas Falkland i mas especialmente la Tierra del Fuego ofrecen notables ejemplos de un cambio gradual i simultáneo de la direccion de las líneas de crucero, los principales ejes de elevacion i los contornos de la costa. La direccion que prevalece en la Tierra del Fuego i las islas citadas, a saber, de O. 10° al norte a E. 10° al S., es tambien comun a los varios cordones de la Patagonia norte i de las partes ocidentales de la Banda Oriental. En esta última rejion, en la Sierra de Tapalguen i en las islas occidentales Falkland, los cordones O. 10° al N. u ONO. a ESE. se hallan cruzados en ángulos rectos por otros que corren NNE. al SSO.

Es mui interesante el hecho de que las láminas de crucero de la pizarra arcillosa de la Tierra del Fuego, donde se ven cortar rectamente los planos de estratificacion i donde consiguientemente no habria duda acerca de su naturaleza, se diferencien lijeramente en color, textura i dureza. En una potente formacion de pizarra arcillosa, laminada, felspática i alterada, que se halla interpuesta entre dos grandes estratos de conglomerado porfídico, en Chile Central, i donde no habia duda acerca de su estratificacion, observé análogas lijeras diferencias en composicion, e igualmente algunos lechos delgados i distintos de epidota, paralelos al crucero de la roca mui inclinados.

En el N. de Gales, donde los ventisqueros han pasado sobre los bordes truncados de las láminas mui inclinadas de la pizarra arcillosa, la superficie, aunque plana, se halla cavada en pequeñas i paralelas ondulaciones, producidas por los grados de dureza lijeramente diferentes de las láminas componentes. Con referencia a las pizarras del N. de Gales, el profesor Sedgwik describe los planos de crucero como «cubiertos por clorita i una materia semi-cristalina,

que no sólo determinaba los planos en cuestion, sino que corria en láminas paralelas a traves de toda la masa de la roca». En algunas de aquellas variedades lustrosas i duras de pizarra arcillosa, que pueden verse a menudo pasar a mica-pizarra, me ha parecido que los planos de crucero, eran formados de hojas excesivamente delgadas, con frecuencia lijeramente contorneadas, compuestas de escamas de mica microscópica. De estos hechos i mas especialmente del caso de la pizarra arcillosa de la Tierra del Fuego, debe concluirse, segun creo, que el mismo poder que ha impreso en la pizarra su estructura hojosa o crucero, ha tendido a modificar su carácter mineralójico en planos paralelos.

Volvamos ahora a la foliacion de los esquistos metamórficos. Como en el caso de las láminas de crucero, las hojas conservan sobre áreas mui anchas una direccion uniforme. Así Humboldt halló en una distancia de 300 millas en Venezuela i a la verdad sobre mucho mayor espacio, gneiss-granito i mica-pizarra arcillosa que corrian uniformemente del NE. al SO. con una inclinacion de entre 60° i 70° al NO. i aun podria afirmarse por los hechos dados en este capítulo, que las rocas metamórficas en toda la parte NO. de Sud-América se hallan jeneralmente foliadas dentro de dos puntos, de NE i SO. Sobre la parte E. de la Banda Oriental la foliacion corre con una gran inclinacion, mui uniformemente del NNE. al SSO. i sobre la parte occidental en una direccion del O. 10° al N. a E. 10° S. En un espacio de 300 millas en las costas de los Chonos e islas de Chiloé, hemos visto que la foliacion nunca se desvía mas de un punto del compas, de la direccion N. 19° O. a S. 19° E. Como en el caso del crucero, el ángulo de inclinacion en las rocas foliadas es jeneralmente elevado, pero variable, i alterna de uno a otro lado, en la línea de direccion, a veces haciéndose vertical.

En las islas del norte de los Chonos, sin embargo, las hojas se hallan inclinadas casi siempre al O. De la misma manera las láminas de crucero en el S. de la Tierra del Fuego, buzan ciertamente con mucha mas frecuencia al SSO. que al lado opuesto. Al E. de la Banda Oriental, en

algunas partes del Brasil i en algunos otros distritos, la foliacion corre en la misma direccion que los cordones de los cerros i las líneas adyacentes de la costa. En las islas Chonos, sin embargo, esta coincidencia falta i he dado mis razones para creer que un eje granítico se ha abierto paso i solevantado las hojas ya inclinadas de la mica-esquisto. En el caso del crucero, la coincidencia entre su direccion i la de la estratificacion principal, parece que falta con frecuencia.

La foliacion i el crucero se asemejan mútuamente en que en los planos engloban concreciones redondas i en que se hacen tortuosas donde las venas del cuarzo abundan. En los flancos de los cerros en la Tierra del Fuego, i en otros parajes, he observado que los planos de crucero buzaban frecuentemente bajo un ángulo elevado hácia el interior; i esto ha sido observado, desde hace tiempo, por Von Buch que es el caso en Noruega, Este hecho es quizas análogo a la estructura envolvente de abanico o radiada de los esquistos metamórficos de los Alpes, en los cuales las hojas de la arista central son verticales, i en los flancos inclinadas hácia adentro. Donde alternan juntamente masas de rocas divisibles i foliadas, el crucero i la foliacion en todos los casos que he visto, son paralelos. Cuando en un distrito las rocas son divisibles i en otro adyacente foliadas, los planos de crucero i foliacion son igualmente paralelos en jeneral.

Este es el caso de las pizarras felspáticas homojéneas en la parte S. del grupo de los Chonos, comparadas con los esquistos micáseos finamente foliados de la parte N. Así tambien la pizarra arcillosa de todo el lado E. de la Tierra del Fuego tiene su crucero en la misma direccion exacta que los gneiss foliados i mica-pizarra de la costa accidental; otros análogos ejemplos pueden presentarse.

Con respecto al oríjen de las hojas de cuarzo, mica, felspato, i otros minerales que componen los esquistos metamórficos, el profesor Sedgwik, Mr. Lyell i otros muchos autores creen que las partes constituyentes de cada estrato fueron depositadas separadamente como sedimento i en seguida metamorfoseadas. Esta opinion, en la mayoría de los casos,

creo que no es sostenible. En aquellos ejemplos no comunes en que una masa de pizarra arcillosa al aproximarse al granito, pasa gradualmente al gneiss, vemos claramente que hojas de distintos minerales pueden producirse por la metamórfosis de una roca homojénea, divisible. La deposicion, puede objetarse tambien, de un sin número de láminas alternas de puro cuarzo, mica o felspato no parece que sea un hecho probable. En aquellos distritos en que los esquistos metamórficos son foliados en planos paralelos al crucero de las rocas, de un distrito adjunto, ¿podríamos creer que las hojas son debidas a capas sedimentarias, miéntras las láminas de crucero, aunque paralelas, no tienen ninguna relacion con tales planos de deposicion? En tal caso ¿cómo podríamos conciliar la estension de las áreas sobre las cuales la direccion de la foliacion es uniforme con lo que vemos en distritos perturbados, compuestos de verdaderos estratos; i especialmente cómo podríamos comprender la inclinacion elevada i aun vertical en la estension de muchos anchos distritos, que no son montañosos, i en la de algunos, como en la Banda Oriental O. que no son ni aun montuosos? ¿Admitiremos que en la parte N. del archipiélago de los Chonos la mica-pizarra fué primeramente acumulada en paralelas hojas horizontales hasta un espesor de cerca de 4 millas jeográficas i en seguida solevantada bajo un ángulo de 40°; miéntras que en la parte S. de este mismo archipiélago, las láminas de crucero de rocas mui aliadas, que nadie imajinaría haberse hallado horizontales, buzan bajo un ángulo casi igual i casi al mismo punto?

Viendo entónces que los esquistos foliados indisputablemente son a veces producidos por la metamórfosis de rocas homojéneas divisibles, viendo que la foliacion i el crucero son tan estrechamente análogos en los varios respectos que acaban de enumerarse; viendo que algunas rocas divisibles i casi homojéneas presentan incipientes cambios mineralójicos, a lo largo de los planos de su crucero i que otras rocas con una estructura divisible alternan i pasan a variedades con una estructura foliada, no puedo dudar que en la mayo

ria de los casos la foliacion i el crucero son partes del mismo proceso: en el crucero siendo sólo una separacion incipiente de los minerales constituyentes; en la foliacion una separacion mucho mas completa i cristalizacion.

El hecho, a menudo referido en este capítulo, del paralelismo de la foliacion i los estratos, así llamados, de las series metamórficas, esto es, las masas alternantes de las diferentes variedades de gneiss, mica-esquisto, i hornblenda-pizarra, etc., al principio parece enteramente opuesto a la teoría de que las hojas no tienen relacion con los planos de orijinal deposicion. Donde los estratos, así llamados, no son mui espesos i de mui diversa composicion mineralójica entre sí, no creo que haya ninguna dificultad en suponer que hayan sido orijinados de una manera análoga a la de las hojas separadas. Debemos recordar que gruesos estratos, en masas comunes sedimentarias, han sido formados indudablemente por un procedimiento concrecionario. En una formacion de rocas volcánicas en las islas de la Ascencion, hai estratos que se diferencian casi tanto en apariencia como las variedades comunes de los esquistos metamórficos, que indudablemente han sido producidos, no por sucesivas corrientes de lavas, sino por cambios moleculares internos.

Cerca de Montevideo, donde la estratificacion, así llamada, de la serie metamórfica se halla en su mayor parte particularmente bien desarrollada, siendo como de ordinario paralela a la foliacion, hemos visto que una masa de esquisto clorítico, cruzada en todas direcciones por venas de cuarzo, se halla embutida en el gneiss, de tal manera que manifiesta que ha sido ciertamente orijinada por algun proceso de segregracion. Así mismo, en otro lugar, el gneiss tendia a pasar al esquisto hornbléndico, alternando con capas de cuarzo; pero estas capas de cuarzo, casi ciertamente, nunca han debido ser depositadas separadamente, porque eran absolutamente continuas con las numerosas venas intersectantes de cuarzo. No me fué posible trazar por alguna distancia, a lo largo de la linea de direccion i de inclinacion, los lechos, así llamados, de los esquistos metamórficos, pero

creo firmemente que no se encontrarian con el mismo carácter, por larga distancia, en la línea ya dé su direccion o de su inclinacion.

Por esto es que me inclino a creer que muchos de los lechos, así llamados, son de la naturaleza de los de hojas complejas i no han sido depositados separadamente. Sin embargo, esta opinion no puede estenderse a las masas espesas contenidas en las series metamórficas, que son de composicion totalmente diversa que los adjuntos esquistos i que se estienden a mucha distancia, como acontece con frecuencia con el cuarzo i el mármol. Estos deben ser jeneralmente de la naturaleza de los verdaderos estratos. Tales estratos, sin embargo, corren casi siempre en la misma direccion que las hojas, debido a que los ejes de elevacion son en todas partes casi siempre paralelos a la direccion de la foliacion, aunque jeneralmente buzan bajo un ángulo diferente de la foliacion, ángulo de la foliacion que en sí mismo varía mucho casi siempre. Por esto es que al cruzar un distrito esquitoso metamorfoseado, se requiere especial atencion para distinguir entre los verdaderos estratos de deposicion i las masas complejas foliadas. La mera presencia de verdaderos estratos en el medio de una hilada de esquistos metamórficos, no es una prueba de que la foliacion sea de orijen sedimentario, es necesario demostrar ademas que en cada caso las hojas no sólo corren sino buzan en todas partes en planos paralelos con los de la verdadera estratificacion.

Como en algunos casos aparece que donde una roca divisible ha sido espuesta a una accion metamórfica parcial, por ejemplo, a la irrupcion del granito, la foliacion ha sobrevenido en los planos de crucero ya existentes; así, quizas, en algunos casos, la foliacion de una roca puede haber sido determinada por los planos orijinales de deposicion o de oblicua laminacion. No he visto nunca, sin embargo, semejante caso i debo sostener que en las áreas mas estensas metamórficas la foliacion es el resultado estremo de ese proceso, del cual el crucero es el primer efecto.

Que la foliacion puede producirse sin ninguna disposicion

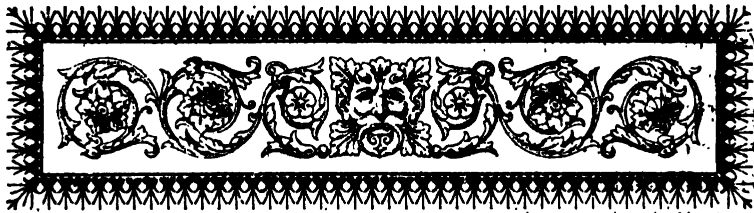
estructural previa de la masa, podemos inferirlo del hecho que las rocas inyectadas i que de consiguiente se han hallado en estado pastoso, de oríjen volcánico i plutónico, a veces tienen un *grano* (como se espresa el profesor Sedgwik) i a veces se hallan compuestas de distintas hojas o láminas de diferente composicion. En mi obra sobre las islas volcánicas, he dado varios ejemplos de esta estructura de las rocas volcánicas i no es raro verla en las masas plutónicas; así, en la cordillera de Chile, hai jigantescas masas, en forma de montañas, de granito rojo, que han sido inyectadas en estado pastoso i que sin embargo presentan en partes una estructura laminar pronunciada.

Finalmente, hemos visto que los planos de crucero i de foliacion, esto es, del proceso incipiente i del resultado final, corren jeneralmente paralelos a los ejes principales de elevacion i a los contornos de la tierra: la direccion de los ejes de elevacion (esto es, de las líneas de agrietamiento cuyos estratos tienen sus bordes invertidos) conforme a la opinion de Mr. Hopkins, es determinada por la forma del área que ha sufrido los cambios de nivel, i la consiguiente direccion de las líneas de tension i agrietamiento. Ahora en esa notable pila de rocas volcánicas en Ascension, citada tantas veces, (i en algunos otros casos) he tratado de demostrar que la laminacion de las diversas variedades i sus alternaciones, han sido producidas por el movimiento de la masa, justamente ántes de su consolidacion final, habiéndose hallado sujeta, (como en un ventisquero) a planos de diferente tension; esta diferencia en la tension afectando los procesos cristalino i concrecionario.

Una de las variedades de rocas, así producida en Ascencion, se asemeja singularmente a primera vista a un gneiss finamente granulado; consta de zonas paralelas i enteramente rectas, de escesiva tenuidad, de felspato cristalizado mas o ménos coloreado, de distintos cristales de cuarzo, diópsida i óxido de hierro.

Estas consideraciones, no obstante los esperimentos hechos por Mr. Fox, demuestran la influencia de corrientes

eléctricas en la produccion de una estructura análoga a la de crucero, i no obstante la variacion inesplicable de la inclinacion de las láminas de crucero i de su buzamiento, primero á un lado, i despues al otro, de la línea de direccion, me ha conducido a creer que los planos de crucero i foliacion se hallan relacionados íntimamente con los planos de diferente tension, a que el área se halló sujeta por largo tiempo, *despues* que los agrietamientos principales o ejes de solevantamiento fueron formados, pero *ántes* de la final consolidacion de la masa i la total cesacion de todo movimiento molecular.



CAPITULO VII

Chile Central.—Estructura de la cordillera

El distrito entre la cordillera i el Pacífico, en un rudo promedio, tiene cerca de 80 a 100 millas de ancho. Se halla cruzado por muchas cadenas de montañas, de las cuales las principales, en la latitud de Valparaiso i al S. de él, corren casi de N. a S., pero en las rejiones mas al N. de la provincia, corren en casi todas las direcciones posibles. Cerca del Pacífico, las cadenas de montañas se hallan jeneralmente formadas de sienita o granito o de un pórfido eurítico aliado: mas al interior, ademas de estas rocas graníticas, diorita, i mucho gneiss, hai, especialmente al N. de Valparaiso, algunos distritos considerables de verdadera pizarra arcillosa, con venas de cuarzo, que pasa a una pizarra felspática porfídica. Hai, asi mismo, alguna grauwacka i rocas cuarzosas i jaspoides; esta última toma a veces el carácter de la base del pórfido arcilloso; los dikes de trap son numerosos. Mas cerca de la cordillera, los cordones son formados

(como los de San Fernando, el Prado i Aconcagua) en parte de rocas graníticas i en parte de conglomerados purpúreos, porfídicos, pórfidos arcillosos, pórfidos dioríticos i otras rocas, tales como las que veremos mas adelante que forman los estratos basales de la cordillera principal. En las partes mas setentrionales de Chile, estas series porfídicas se estienden sobre grandes estensiones a partir de la cordillera, i aun en la zona central de Chile, a veces se presentan en ciertas posiciones aisladas. Describiré la Campana de Quillota, que se halla solo á 15 millas del Pacífico, como un ejemplo de una de estas masas aisladas. Este cerro es notable porque se levanta a la altura de 6,400 piés: su cima presenta un núcleo descubierto en una altura de 800 piés, de fina diorita, que contiene epidota i mineral de hierro magnético octahédrico; sus flancos se hallan formados de grandes estratos de conglomerado arcilloso porfídico, asociado con varios pórfidos verdaderos i amigdaloides, que alternan con gruesas masas de una roca pizarrosa mui feslpática, a veces porfídica i de color pálido, cuyas láminas de crucero buzan hácia el interior bajo un ángulo elevado. En la base del cerro hai sienita, una mezcla granular de cuarzo i felspato i rocas cuarzosas ásperas, todas pertenecientes a las series metamórficas basalas. Debo observar que al pié de varios cerros de esta clase, donde los pórfidos se ven primero, (como en San Fernando, el Prado, Las Vacas, etc.) se encuentran rocas cuarzosas ásperas análogas i mezclas granulares de cuarzo i felspato, como si las partes constituyentes mas fusibles de la serie granítica, hubiesen sido estraidas para formar los pórfidos superyacentes.

En Chile Central, los flancos de la cordillera principal, en la que penetré por cuatro diferentes valles, constan jeneralmente de rocas estratificadas distintamente. Los estratos se hallan inclinados bajo ángulos que varian desde ménos de 10 hasta 20° mui raras veces pasando de 40. Sin embargo, en algunos de los pequeños contrafuertes esteriores, la inclinacion no es raro que sea mayor.

El buzamiento de los estratos en las líneas esteriores prin-

cipales, era comunmente hácia afuera o desde la cordillera, pero en el N. de Chile, frecuentemente hácia adentro, esto es, sus bordes emerjentes dan frente al Pacifico.

Los dikes se presentan en estraordinario número. En los grandes cordones centrales mas elevados, los estratos, como veremos, se hallan casi siempre mui inclinados i a veces verticales. Antes de dar una relacion detallada de mis dos secciones, a traves de la cordilera, creo conveniente describir los estratos basales, como pueden verse a menudo en un espesor de 4,000 a 5,000 piés, en los flancos de las líneas esteriores.

Estratos basales de la cordillera.--La roca predominante es un conglomerado arcilloso porfídico, purpurino o verdoso. Los fragmentos encerrados varían de tamaño desde meras partículas hasta bloques de 6 a 8 pulgadas (a veces mas) de diámetro. En muchos lugares, donde los fragmentos son pequeños, los signos de la deposicion ácuea eran inequívocamente distintos; donde son grandes, tal evidencia podia raramente constatarse. La base es jeneralmente porfídica con perfectos cristales de felspato i se asemeja a la de un verdadero pórfido arcilloso inyectado; a menudo, sin embargo, presenta un aspecto mecánico o sedimentario i a veces (como en Jahuel) es jaspoide. Los fragmentos encerrados son ya angulares ya parcial o enteramente redondeados (1).

En algunas partes, prevalecen los fragmentos redondeados i en otras los angulares i, ordinariamente, ámbas especies se hallan mezcladas juntas. Por esto es que la palabra *brecha* debe unirse correctamente al término *conglomerado porfídico.* Los fragmentos constan de muchas variedades de pórfido arcilloso, con frecuencia del mismo color aproxima-

(1) Algunos de los fragmentos redondeados del conglomerado porfídico de cerca de los Baños de Cauquénes, se hallan marcados con radios i zonas concéntricas de diferentes matices. Cualquiera que no supiese que esta clase de guijaros, por ejemplo los pedernales de la creta, se hallan a veces zonados concéntricamente con sus superficies desgastadas i redondeadas, ha podido creer que estas bolas de pórfidos no eran verdaderos guijarros, sino productos de la accion concrecionaria.

do que el de la base circundante, es decir, purpúreo-rojizo, pardo o verde claro. A veces se encuentran tambien fragmentos de una roca felspática, laminada, de color claro, semejante a pizarra arcillosa alterada, como igualmente granos de cuarzo, pero sólo en un caso en Chile Central (a saber, en las minas de Jahuel) unos pocos guijarros de cuarzo. No pude hallar mica en ninguna parte de esta formacion i raramente hornblenda; donde se halla este último mineral, siempre tuve la duda de si la masa realmente pertenecia a esta formacion o era de orijen eruptivo. Espato calizo sólo se encuentra en pequeñas cavidades, i son comunes los depósitos i capas de epidota. En algunos lugares, en las variedades de grano mas fino, (por ejemplo, en Quillota) hai pequeñas e interrumpidas capas de felspato térreo, que pueden trazarse, exactamente como en Puerto Deseado, hasta que pasan a grandes cristales de felspato. Dudo, sin embargo, que en este caso las capas hayan sido depositadas separadamente a manera de sedimento tobáceo.

Todas las variedades de conglomerados porfídicos i brechas pasan unas a otras, como asi mismo, tras innumerables gradaciones, a pórfidos que no conservan ya el menor vestijio de orijen mecánico: la transicion parece haberse efectuado mucho mas fácilmente en las variedades de grano mas fino. En un caso, cerca de Cauquénes, existe un conglomerado porfídico que tomaba una estructura esferoidal i tendia a hacerse columnar. Ademas de los conglomerados porfídicos i los pórfidos bien caracterizados de orijen metamórfico, hai otros pórfidos, que, aunque sólo difieren lijeramente en composicion, han tenido ciertamente un orijen distinto. Estos consisten en pórfidos arcillosos, rojos, o purpúreos, que encierran a veces granos de cuarzo, en pórfidos dioríticos i otras rocas oscuras, todas jeneralmente porfídicas con hermosos cristales opacos, grandes tabulares, agrupados en maclas, de un felspato cuyo crucero se asemeja a la albita (juzgando por varias medidas) i con frecuencia amigdaloi-

des con silex, ágata, carbonato de cal i bole negro i castaño (1).

El exámen de algunos ejemplares mui curiosos de un fino pórfido (en Jahuel) me condujo a creer que algunos de estos nódulos amigdaloides en vez de haber sido depositados en pre-existentes vesículas de aire, son de orijen concrecionario; porque en estos ejemplares, algunas de las pequeñas masas en forma de guisantes (a menudo marcadas esteriormente con pequeñas cavidades) se hallan formadas de una mezcla de tierra verde con sustancia pétrea, análoga a la base del pórfido, incluyendo pequeños e imperfectos cristales de felspato; i estas pequeñas masas de forma de guisantes son ellas mismas amigdaloides con pequeñas esferas de tierra verde, que se hallan envueltas por una película de una sustancia terrosa blanca, aparentemente felspática, de manera que el pórfido es dos veces amigdaloide. No debe olvidarse que todos los estratos han sufrido aquí la accion metamórfica, la qual puede haber producido los cristales de felspato i demas cambios orijinados en las concreciones, en su orijen simplemente amigdaloide. Mr. J. D. Dana en su escelente estudio sobre las Rocas trápeas ha insistido con gran fuerza en que todos los minerales amigdaloides han sido depositados por infiltracion ácuea. Aprovecho esta oportunidad para referirme al caso curioso, que ya he descrito en mi obra sobre las Islas Volcánicas, de un amigdaloide con muchas de sus celdas medio llenas con un mineral mesotípico. M. Rose ha descrito un amigdaloide traido por el doctor Meyen de Chile, que consta de cuarzo cristalizado, con cristales de estilbita incluses i cubiertos esteriormente de tierra verde.

---

(1) Este bole es un mineral mui comun en las rocas amigdaloides; es jeneralmente de un color verdi-oscuro o pardo, con estructura radiada; esteriormente es negro con lustre casi metálico, pero con frecuencia se halla cubierto con una película de un verde-vivo. Es blando i puede rayarse con la uña; al soplete da mucho olor i se hace laminoso, despues se funde fácilmente en un glóbulo negro, magnético. Esta sustancia es evidentemente análoga a la que a menudo se halla en las rocas volcánicas submarinas.

Estas diversas variedades porfídicas i amigdaloides no presentan nunca el menor tránsito a masas de oríjen sedimentario. Se presentan en grandes i pequeñas masas de inyeccion o penetracion e igualmente en estratos alternados con los del conglomerado porfídico, presentando los planos de juncion casi siempre mui distintos. En algunas de estas masas eruptivas, los pórfidos exhiben, mas o ménos totalmente, una estructura brechoídea semejante a la que es comun en las masas volcánicas. Estos pórfidos brechiformes pueden distinguirse jeneralmente del conglomerado brecha-porfídico metamórfico, porque todos los fragmentos son angulares i formados de la misma variedad, i por la ausencia de toda huella de deposicion ácuea. Uno de los pórfidos citados, a saber, el pórfido diorítico, con grandes cristales tabulares de albita es particularmente abundante i en algunas partes de la cordillera (como cerca de Santiago) parece mas comun todavia que el conglomerado rojo, porfídico. Hai numerosos dikes igualmente que constan de este pórfido diorítico; otros que son formados de varias rocas trápeas de grano fino; i algunos pocos de pórfido arcilloso. No encontré dikes basálticos verdaderos.

En la parte mas inferior de la serie, en algunos lugares, se presentan gruesas masas de una roca pizarrosa, mui felspática, a menudo porfídica, interestratificadas con el conglomerado porfídico; creo que en uno o dos casos, se ha encontrado una caliza negruzca en una posicion análoga. La roca felspética es de un color verde claro o verdoso; fácilmente fusible; cuando se hace porfídica los cristales de felspato son jeneralmente pequeños i vitreos; es distintamente laminada i a veces incluye capas paralelas de epidota (1); la laminacion se presenta distinta de la estratificacion. A veces esta roca es curiosa; i en un lugar, a saber, en la Campana de Quillota,

(1) Este mineral es mui comun en todas las formaciones de Chile; en el gneiss de Valparaiso i en las venas graníticas que lo atraviesan, en la diorita inyectada que corona la Campana de Quillota, en algunos pórfidos graníticos, en el conglomerado porfídico i en las pizarras arcillosas felspáticas.

tenia una estructura brechoídea. Cerca de las minas de Jahuel, en un grueso estrato de esta pizarra porfídica, felspática, habia un lecho de una pizarra arcillosa compacta, dura, negruzca, silicosa e infusible, como no he visto otro ejemplo hasta ahora. En el mismo lugar me fué posible seguir hasta considerable distancia la juncion entre la pizarra i el conglomerado porfídico subyacente concordantemente, los cuales pasan uno a otro gradualmente. Donde quiera que estas rocas pizarrosas felspáticas abundan, la diorita parece comun. En la Campana de Quillota, un lecho de diorita bien cristalizada descansa concordantemente en medio de la pizarra felspática, i sus junciones superior e inferior pasan insensiblemente a ella. Por este hecho i por la condicion frecuentemente porfídica de la pizarra, habria quizas considerado esta roca como de erupcion (como ciertas lavas felspáticas laminadas de la serie traquítica) si no hubiese visto en la Tierra del Fuego cuán fácilmente la verdadera pizarra arcillosa se hace felspática i porfídica, i si no hubiese visto en Jahuel los lechos inclusos de pizarra arcillosa negra, silicosa, que nadie puede pensar sean de oríjen ígneo. El paso gradual de la pizarra felspática, en Jahuel, al conglomerado porfídico, que es ciertamente de oríjen ácueo, debe tambien tenerse en cuenta.

Los estratos alternantes de pórfidos i conglomerado porfídico, con los lechos inclusos ocasionalmente de pizarra felspática, constituyen en conjunto una gran formacion; en varios lugares en la cordillera, estimé su espesor en 6,000 a 7,000 piés. Se estiende por muchos cientos de millas, formando el flanco occidental de la Cordillera de Chile; i aun en Iquique, a 850 millas al N. del punto mas meridional examinado por mí en Chile, los escarpes de la costa, que se elevan a la altura de 2,000 a 3,000 piés, se hallan así compuestos. En varias partes del norte de Chile esta formacion se estiende mucho mas hácia el Pacífico, sobre las rocas graníticas i metamórficas inferiores que en Chile central; pero la cordillera principal puede considerarse como su línea central, i su ancho en una direccion de E. a O. no es nunca grande.

Al principio, el orijen de esta potente i maciza formacion larga pero estrecha, me pareció mui anómalo: ¿de dónde provenian i cómo fueron dispersados los innumerables fragmentos, a menudo de gran tamaño, a veces angulares i a veces redondeados, i casi invariablemente compuestos de rocas porfídicas? Siendo que los pórfidos interestratificados no son nunca vesiculares i a menudo ni aun amigdaloides, debemos concluir que la pila fué formada en agua profunda. ¿Cómo entónces es que muchos fragmentos son bien redondeados i muchos angulares, a veces las dos especies hallándose igualmente mezcladas, a veces una i a veces la otra predominando? Que el pórfido arcilloso, el diorítico i demas pórfidos i amigdaloides, que descansan *concordantemente* entre los lechos de conglomerado, son antiguas lavas submarinas, creo que no debe dudarse i creo que debemos considerar los cráteres de donde fluyeron estas corrientes como la fuente del conglomerado-brecha; despues de la gran esplosion, podemos imajinar que el agua en el cráter candente i recien tranquilo permaneceria por un tiempo considerable (1) suficientemente ajitada para triturar i redondear los fragmentos sueltos; los que pocos o muchos en número, serian arrojados en la próxima erupcion, asociados con pocos o muchos fragmentos angulares, segun la fuerza de la esplosion. El color rojo o purpúreo del conglomerado porfídico, aun cuando alterne con pórfidos i amigdaloides de colores oscuros o de un verde vivo, es probablemente una circunstancia análoga al color rojo vivo de las escorias de los basaltos negruzcos. La disposicion en una faja de los antiguos orificios submarinos por donde los pórfidos i sus fragmentos fueron eyectados, como se hallan actualmente los volcanes activos, esplica el espesor, la angostura i la estension linear de esta formacion.

---

(1) Esto parece ciertamente que es lo que ha tenido lugar en algunos recientes archipiélagos volcánicos como en el de los Galápagos, donde numerosos cráteres se hallan formados esclusivamente de toba volcánica i fragmentos de lava.

Esta enorme acumulacion de rocas ha sufrido una gran accion metamórfica, como se desprende de la formacion gradual i aparicion de los cristales de felspato albita i de epidota;—de la mezcla íntima de los fragmentos,—de la aparicion de una estructura laminada en la pizarra felspática i, por último, de la desaparicion de los planos de estratificacion, que a veces pueden verse en un mismo cerro, enteramente distintas en la parte superior, algo ménos claros en los flancos i completamente obliterados en la base. En parte debido a esta accion metamórfica i en parte al estrecho parentezco de orijen, he visto fragmentos de pórfidos tomados de un conglomerado metamórfico—de una vecina corriente de lava—del núcleo o centro (segun creo) de un volcan submarino i últimamente de una masa eruptiva de orijen subsiguiente sin la menor duda, todos los cuales eran absolutamente indistinguibles por sus caracteres esternos.

Hai otra roca, de orijen plutónico i mui importante en la historia de la cordillera, por haber sido inyectada en la mayor parte de los grandes ejes de elevacion, i por haber sido sin duda el elemento que metamorfoseó los estratos superyacentes, que debe describirse convenientemente en esta esposicion preliminar. Ha sido llamada por algunos autores *Andesita:* consta principalmente de albita (1) blanca bien cristalizada (segun determinaciones hechas con el goniómetro por el profesor Miller i yo mismo), de hornblenda verde ménos perfectamente cristalizada, a menudo asociada con mucha mica, clorita i epidota i a veces con unos pocos granos de cuarzo. En un caso, en el N. de Chile, encontré cristales de ortoclasia o felspato potásico, mezclados con los de albita. Cuando la mica i el cuarzo son abundantes, la roca no puede

(1) Doi este nombre aquí a aquellos minerales felspáticos que clivan como la albita, pero ahora parece que Abich ha analizado un mineral de la cordillera, asociado con hornblenda i cuarzo (probablemente la misma roca de que trato) que cliva como albita, pero que es una especie nueva i distinta, llamada por él *Andesina*. Es aliada a la leucita con la mayor proporcion de su potasa reemplazada por la cal i la sosa. Este mineral parece apénas distinguible de la albita, escepto al análisis.

distinguirse del granito; i puede llamarse granito-andesitico. Cuando estos dos minerales se hallan enteramente ausentes, i cuando, como a menudo sucede entónces, los cristales de albita son imperfectos i se hallan agrupados, la roca puede llamarse pórfido andesítico, que presenta casi la misma relacion al granito andesítico que el pórfido eurítico al granito comun. Estas rocas andesíticas forman masas de montañas de un color blanco, que en sus contornos jenerales i aspecto, en sus junturas, en que encierra ocasionalmente fragmentos angulares de colores oscuros, sin duda de una roca preexistente i en los grandes dikes que envía a los estratos superyacentes, manifiestan una estrecha i asombrosa semejanza con las masas de granito comun i sienita. Nunca ví, sin embargo, en estas rocas andesíticas, aquellas venas graníticas de segregacion que son tan comunes en los verdaderos granitos. Hemos visto que la andesita se halla en tres lugares en la Tierra del Fuego. En Chile, desde San Fernando hasta Copiapó, una distancia de 450 millas, la encontré bajo la mayor parte de los ejes de elevacion; en una coleccion de muestras de la cordillera de Lima, en el Perú, inmediatamente la reconocí; i Erman asegura que se encuentra en Kamtschatka Oriental.

Por su ancha área, i por el importante papel que ha desempeñado en la historia de la cordillera, pienso que esta roca es digna del nombre de andesita.

Los pocos volcanes de Chile, todavia activos, se hallan confinados en los cordones centrales mas elevados de la cordillera; i sustancias volcánicas, que parezcan haber sido de erupcion sub-aérea, son mui raras. Segun Meyen, hai un cerro de pomez sobre el valle de Maipo, e igualmente una formacion traquítica en Colina, un villorrio situado al N. de Santiago. Próximos a esta última ciudad, hai dos cerros formados de un pórfido felspático pálido, notable por ser doblemente columnar; forma grandes columnas cilíndricas que se subdividen en otras mas pequeñas, de cuatro o cinco lados. Existe un tercer cerro, el Cerro Blanco, que es formado de una masa de roca fragmentaria, que creo es de oríjen volcá-

nico, intermedia en carácter entre el pórfido felspático nombrado i la traquita comun i que contiene agujas de hornblenba i óxido granular de hierro.

Cerca de los Baños de Cauquénes, entre dos cortas líneas paralelas de elevacion, en el punto en que se hallan cortadas por el valle, hai un pequeño i distinto distrito volcánico; la roca es una traquita gris oscura (andesítica) que se funde en un glóbulo verdigris i es formada de largos cristales de albita vidriosa fracturada (a juzgar por una medida) mezclados con cristales de aujita, bien formados, con frecuencia jemelos. Toda la masa es vesicular, pero la superficie es de color mas oscuro i mucho mas vesicular que el resto. Esta traquita forma una estrecha faja barrancosa, horizontal, en el lado sur del valle, a la altura de 400 a 500 piés sobre el lecho del rio; a juzgar por una línea de barrancos que se corresponde en el lado opuesto al valle, éste debe haberse hallado cubierto hasta esta altura por un campo de lava. En la cima de un cerro elevado, algunas leguas sobre este mismo valle de Cachapoal, encontré retinita o piedra pez columnar, porfídica con felspato; no supongo que esta roca sea de oríjen volcánico, i sólo la cito aquí porque se halla atravesada por masas i dikes de una roca *vesicular*, que se aproxima en carácter a la traquita; en ninguna otra parte de Chile observé dikes vesiculares o amigdaloides, los que son tan comunes en los distritos volcánicos ordinarios.

Paso de los Andes por el portillo o paso de Peuquénes.—Aunque crucé la cordillera sólo una vez por este paso i solo una vez por el de la cumbre o de Uspallata (que describiremos en seguida) marchando lentamente i a veces haciendo altos para ascender la montaña, hai muchas circunstancias favorables para obtener un bosquejo mas exacto de su estructura que lo que podría esperarse de un exámen tan corto. Los cerros son abruptos i absolutamente desnudos de vejetacion; la atmósfera es admirablemente diáfana; la estratificacion distinta; i las rocas vivas i diversamente matizadas. Algunas de las secciones naturales pueden comparar.

se correctamente por su claridad a las secciones iluminadas de las obras de jeolojía.

Considerando cuán poco se conoce la estructura de este cordon jigantesco, al cual me dediqué particularmente (la mayor parte de los viajeros habiéndose concretado a recojer solo muestras de las rocas) creo que mis secciones-bosquejos, aunque necesariamente incompletas, poseen algun interes.

La seccion dada en la lámina V. fig. 1. que describiré ahora en detalle, es en una escala horizontal de un tercio de pulgada para 1 milla náutica i en una escala vertical de 1 pulgada para 1 milla (o sean 6,000 piés). El ancho del cordon (escluyendo unos pocos cerros pequeños aislados) desde el llano en que Santiago, la capital de Chile, se encuentra, hasta las pampas, es de 60 millas, en cuanto se puede juzgar por los mapas que difieren unos de otros i son escesivamente imperfectos. El llano de Santiago en la boca del Maipo lo estimé, por vecinos puntos conocidos en 2,300 piés i la pampa en 3,500 piés, ambos sobre el nivel del mar. La altura de la línea de Peuquénes, segun el doctor Gillies, es de 13,210 piés; i la línea del Portillo (ámbas en el boquete donde cruza el camino) es de 14,345 piés; la parte mas baja del valle de Tenuyan es de 7,530 piés, todo sobre el nivel del mar.

La cordillera aquí i en todo Chile, segun creo, consta de varias líneas de montañas paralelas anticlinales, que corren de N. a S. o al N. con inclinacion al O. Algunos cordones esteriores i mucho mas inferiores se desvian a menudo considerablemente de este curso, proyectándose como oblicuos contrafuertes de los cordones principales. En la rejion de la costa las montañas, como se ha notado, se estienden en varias direcciones, aun de E. a O. En las líneas esteriores principales, los estratos, como se ha observado ya, no se hallan nunca inclinados bajo un ángulo elevado; pero en los cordones centrales elevados se hallan casi siempre mui inclinados, trastornados por muchas grandes fallas i a menudo verticales.

Hasta donde puedo juzgar, pocos de los cordones son de gran lonjitud, i en las partes centrales de la cordillera, pude casi siempre seguir con la vista un cordon que gradualmente se elevaba, a medida que la estratificacion aumentaba en inclinacion; desde un estremo en que su altura era de poca importancia i sus estratos se hallaban lijeramente inclinados hasta el otro estremo, en que los estratos verticales formaban picachos nevados. Aun fuera de la cordillera principal, cerca de los baños de Cauquénes, observé un caso análogo en un cordon de N. a S. cuyos estratos inclinados en el valle 37° i ménos de una milla al S. de 67°. Otro cordon paralelo e igualmente inclinado, se convierte a la distancia de cerca de 5 millas, en una montaña elevada de estratos absolutamente verticales. Dentro de la cordillera la altura de los cordones i la inclinacion de los estratos se hace a menudo doble i triple, en distancias mucho menores de 5 millas; esta forma peculiar de solevantamiento, probablemente indica que la corteza estratificada era delgada i de ahí que cediera desigualmente a las masas inyectadas subyacentes a lo largo de las líneas de fisuras.

Los valles hidrográficos de la cordillera siguen las hoyas anticlinales o raramente sinclinales que mas se desvian del curso ordinario de N. a S.; o todavia mas comunmente aquellas líneas de fallas o de desigual curvatura (esto es, aquellas líneas cuyos estratos buzan en ámbos lados en la misma direccion aunque bajo un ángulo diferente) que mas se separan del curso hácia el N. Ocasionalmente los torrentes corren por alguna distancia en los valles de N. a S., i en seguida recobran su curso de E. a O., abriéndose paso a traves de los cordones, en aquellos puntos donde los estratos se hallan ménos inclinados i la altura de consiguiente es menor. Por esto es que los valles, a lo largo de los cuales va el camino, forman jeneralmente zig-zag; i al trazar una seccion de E. a O., es necesario contraerse principalmente a lo que se ve en el camino.

Comenzando por el estremo occidental de nuestra seccion (lámina V) donde desemboca el rio Maipo en el llano de San

tiago, entramos inmediatamente en la formacion del conglo merado porfídico, i en el medio de ella hallamos algunos cerros cónicos de granito (A) i sienita, que probablemente (porque olvidé recojer muestras) pertenecen a la clase andesítica. Siguen algunos cerros escabrosos, (B) compuestos de rocas verdioscuras, cristalinas, felspáticas, i en algunas partes pizarrosas, que creo pertenecen a la formacion de pizarra arcillosa alterada. Desde este punto hasta la juncion de los rios Yeso i Volcan se encuentran grandes montañas de conglomerados rojizos o verdosos, jeneralmente de delgados estratos, mui porfídicos, incluyendo muchas capas de pórfidos amigdaloides i dioríticos. Como el valle corre aquí en una direccion exactamente al S., el ancho de la formacion de conglomerado porfídico es del todo conjetural; i por esta causa tambien poco puedo decir a cerca de la estraficacion. En la mayor parte de las montañas esteriores el buzamiento era gradual i dirijido hácia adentro; i en un solo punto observé una inclinacion tan alta como 50°. Cerca de la juncion del rio Colorado con el rio principal, hai un cerro de pórfido felspático parcialmente descompuesto, blanquecino i brechoideo, con un aspecto volcánico, pero no es realmente de esa naturaleza. En Toya, sin embargo, en este valle, el doctor Meyen encontró un cerro de pomez que contiene mica. En la juncion del Yeso i del Volcan (D) hai una estensa masa, en cerros cónicos blancos, de andesita con algo de mica, que pasa ya a granito andesítico, ya a una mezcla semi-granular de felspato albita (?) i hornblenda: en medio de esta formacion el doctor Meyen encontró verdadera traquita. La andesita se halla cubierta por estratos de rocas al parecer porfídicas, oscuras i cristalinas i sobre éstos, por los conglomerados porfídicos ordinarios. Todos estos estratos buzan lijeramente hácia afuera de la masa subyacente. Las montañas elevadas circundantes parecen hallarse compuestas enteramente del conglomerado porfídico i estimé su espesor aquí en 6,000 a 7,000 piés.

Mas allá de la juncion del Yeso i del Volcan, los estratos porfídicos parece que buzan hácia los cerros cónicos de

andesita bajo un ángulo de 40°; pero en algunos puntos distantes en el mismo cordon se hallan mui empinados i verticales.

Siguiendo el valle del Yeso, que corre hácia el NE. (i por consiguiente no es favorable todavia para nuestra seccion trasversal) la misma formacion de conglomerado porfídico se prolonga hasta cerca de la Cuesta del Indio, situada en el estremo occidental de la hoya del Yeso (que se asemeja a un lago desaguado). Un poco ántes de llegar a este punto se ven por la primera vez, distantes i elevados picachos cubiertos por estratos matizados, pertenecientes a la gran formacion yesosa. Desde la cima de la Cuesta, mirando hácia el S., hai una magnífica vista seccional de una masa de montañas de 2,000 piés de espesor a lo ménos (E.) de granito andesítico (que contiene mucha mica negra, un poco de clorita i cuarzo) que envia grandes dikes blancos a distancia en el conglomerado porfídico superyacente i oscuro. En la línea de juncion las dos formaciones se hallan maravillosamente entrelazadas juntas: en la parte inferior del conglomerado porfídico, la estratificacion ha sido enteramente obliterada, miéntras en la parte superior es mui distinta, los lechos que componen las crestas de las montañas circundantes hallándose inclinados bajo ángulos de 70 a 80° i algunos siendo aun verticales. En el lado N. del valle, hai una gran masa correspondiente de granito andesítico, que se halla encajonada por el conglomerado porfídico, que buza en los dos lados occidental i oriental cerca de 80° al O., pero en el lado oriental los bordes de los estratos se hallan plegados de tal manera que parece probable que toda la masa ha sido en ese lado dislocada totalmente e invertida.

En el valle-hoya del Yeso, que estimé en 7,000 piés sobre el nivel del mar, encontramos primeramente la formacion yesosa en F. Su espesor es mui grande. Consta en su mayor parte de yeso compacto, duro, blanco de nieve, que quiebra con una fractura sacarina, teniendo bordes traslucientes: al soplete da mucho vapor; incluye frecuentemente bolsones i capas escesivamente delgadas de carbonato de cal cristali-

zado i negrusco. Se encuentran en abundancia dentro del yeso comun grandes e irregulares concreciones (que exhiben esteriormente todavia líneas de deposicion ácuea) de anhidrita dura, de un gris oscuro, a veces blanca i cristalizada espléndidamente.

Algunos cerritos, formados de las variedades mas duras i mas puras de yeso blanco, se levantan en las inmediaciones i presentan sus superficies rajadas i marcadas, como la corteza de un pan.

Hai mucho yeso arcilloso blanco o pardo-claro; i habia algunos lechos verdes intercalados a que no pude llegar por falta de tiempo.

Por los caracteres mineralójicos dados aquí, es probable que estos lechos yesosos han sufrido alguna accion metamórfica. Los estratos se encuentran mui ocultos por el detritus, pero aparecen en muchas partes mui inclinados; i en una cumbre vecina pueden verse distintamente dislocados, hasta llegar a ser verticales, concordantemente con el conglomerado porfídico subyacente. En muchísimas partes de esta gran formacion (F.) compuesta de delgados lechos yesosos, habia inumerables masas, irregularmente formadas i de bordes bien definidos, de una roca de un blanco-amarillento o verdiclaro, imperfectamente granular, esencialmente compuesta de felspato, con un poco de clorita u hornblenda, epidota, piritas de hierro i polvo ferrujinoso. Creo que estas curiosas masas trápeas han sido inyectadas desde los montes, no mui distantes (E.) de andesita, en estado de fluidez, i debido a la blandura de los estratos yesosos, no han tomado la forma comun de los dikes. Subsiguientemente a la inyeccion de estas rocas felspáticas, una gran dislocacion ha tenido lugar; i muchos de los estratos yesosos quebrantados cubren aquí un cerro pequeño (G.) compuesto de estratos verticales de caliza impura i de una roca arcillosa negra, mui calcárea, pizarrosa, que incluye hebras de yeso: estas rocas, como vamos a verlo, pertenecen a las partes superiores de la serie yesosa i su situacion aquí sólo puede esplicarse por una gran falla producida.

Siguiendo hácia arriba del valle-hoya del Yeso i volviendo a nuestra seccion, a veces a una mano i a veces a otra, llegamos a un gran cerro de conglomerado porfídico estratificado (F.) que buza 45° hácia el O.; i unos pocos cientos de yardas mas lejos, tenemos un lecho, de yeso entre 300 i 400 piés de espesor. (Y.) que buza hácia el E. bajo un ángulo mui pronunciado, aquí entónces tenemos una falla i un eje anticlinal. En el lado opuesto del valle, una masa vertical de conglomerado rojo, concordantemente infrapuesta al yeso, pierde gradualmente su estratificacion i pasa a una montaña de pórfido. Este yeso (Y.) se halla cubierto por un lecho (K.) de a lo ménos 1,000 piés de espesor, de una arenisca o lodo de grano fino, rojizo, compacto, pesado, que se funde fácilmente en un esmalte blanco i se vé bajo un lente contener cristales triturados. A este banco sigue un lecho (L.) de 1,000 piés de espesor (creo que mi cálculo es bajo), de yeso, exactamente semejante a los lechos ántes descritos; i éste nuevamente se halla cubierto por otro gran lecho (M.) de arenisca roja-purpúrea. Todos estos estratos buzan hácia el E.; pero la inclinacion decrece gradualmente a medida que dejamos el primer lecho de yeso casi vertical (Y.)

Dejando la hoya-llano del Yeso, el camino asciende rápidamente pasando por montañas compuestas de lechos yesosos i sus asociados, con su estratificacion mui trastornada i por consiguiente no fácilmente intelijible: de ahí que esta parte de la seccion se ha dejado en blanco. Pero ántes de llegar al gran cordon de Piuquénes, el estrato mas inferior visible (N.) es una arenisca roja o lodo arcilloso, cubierta por una gran masa de una roca arcillosa pizarrosa, calcárea, compacta i negra (O.) que se presenta en cuatro cordones elevados aunque pequeños: mirado hácia el N. los estratos en esos cordones, se ven que aumentan gradualmente de inclinacion, llegando a ser en algunas cimas distantes absolutamente verticales.

El cordon de Piuquénes, que divide las aguas que corren a los océanos Pacíficos i Atlántico, se estiende en una direccion casi de NNO. a SSE.; sus estratos buzan hácia el E.

bajo un ángulo de entre 30 i 45°, pero en los picos mas altos se hacen casi verticales. Donde cruza el camino este cordon, la altura es de 13,210 piés sobre el nivel de mar, i estimé las las cumbres vecinas en 14,000 a 15,000 piés. Los estratos mas inferiores visibles de este cordon los forma una arenisca roja estratificada (P); sobre esta se hallan superpuestas dos grandes masas (Q i S) de una roca arcillosa mas o ménos laminada, calcárea, de fractura concoidea, compacta, dura i negra, que pasa a caliza: esta roca contiene restos orgánicos, que se enumerarán en seguida. Las variedades mas compactas se funden fácilmente en un vidrio blanco; i este, debo agregar, es un carácter mui jeneral de todos los lechos sedimentarios de la cordillera. Aunque esta roca cuando se quiebra es de ordinario enteramente negra, espuesta al aire toma un tinte gris de ceniza. Entre estas dos grandes masas (Q i S) se halla interpuesto un lecho (R) de yeso de cerca de 300 piés de espesor, que ofrece los mismos caracteres descritos anteriormente. Estimé el espesor total de estos tres lechos (Q R i S) en cerca de 3,000 piés; i a esto debe agregarse, como veremos inmediatamente, una gran masa superyacente de arenisca roja.

Descendiendo la vertiente oriental de este gran cordon central, los estratos, que en la parte superior buzan hácia el E., bajo un ángulo aproximado de 40°, se hacen mas i mas encorvados, hasta que llegan casi a la vertical; i un poco mas hácia adelante, se ve en el lado mas o ménos distante de una quebrada, una gruesa masa de estratos de arenisca rojo-vivo (T) cuyas estremidades superiores se hallan lijeramente encorvadas, demostrando así que ántes se prolongaban concordantemente sobre los lechos (S). En el lado S. i opuesto del camino, esta arenisca roja i las subyacentes rocas arcillosas laminadas negras se hallan verticales, i en actual yustaposicion. Continuando el descenso, llegamos a un valle sinclinal lleno de ruinas o escombros, mas allá del cual tenemos la arenisca roja (T^2) correspondiéndose con (T) i ahora buzando, como se ve al N. i S. del camino, de 45° al O.; i bajo ésta, los lechos (S , R^2, Q^2 i creo P^2), en el órden

correspondiente i con análoga composicion, a los del flanco occidental del cordon de Piuquénes, pero buzando hácia el O. Junto al valle sinclinal el buzamiento de estos estratos es de 45°, pero en el estremo E. o mas distante de las series, él aumenta hasta 60°. Aquí la gran formacion yesosa termina abruptamente i es sucedida hácia el E. por una pila de mas modernos estratos. Considerando cuán violentamente estos cordones centrales han sido dislocados i los dikes innumerables que se encuentran en las partes esteriores e inferiores de la cordillera, es notable que aquí no se encuentre un solo dique. La roca dominante en esta vecindad es la roca arcillosa laminada, calcárea, negra i compacta, miéntras en el valle-hoya del Yeso la arenisca roja-purpúrea o lodo arcilloso compacto predomina, ámbos hallándose asociados con estratos yesosos de exactamente la misma naturaleza.

Seria mui difícil determinar la relativa superposicion de estas varias masas, porque veremos en adelante en el Paso de la Cumbre, que los lechos yesosos e intercalados son lenticulares i que disminuyen gradualmente en espesor hasta desaparecer, aun donde son mas potentes i dentro de cortas distancias horizontales. Es mui posible que las arcillas laminadas negras i las areniscas rojas sean contemporáneas, pero es mas probable que las anteriores compongan las partes mas superiores de las series.

Los fósiles a que se ha hecho referencia de las arcillas laminadas negras, calcáreas, son pocos en número i se hallan en una condicion imperfecta. Son los siguientes, segun M. d'Orbigny:

1. Ammonite indeterminable, próximo al *A. recticostatus*, d'Orbig., (formacion neocomia.)
2. Gryphaea, próxima a la *G. Couloni* (formaciones neocomias de Francia i Neuchatel.)
3. Natica, indeterminable.
4. Cyprina rostrata, d'Orbig., (formacion neocomia.)
5. Rostellaria angulosa (?), d'Orbig.
6. Terebratula (?)

Algunos de los fragmentos del Ammonite eran tan gruesos como el brazo de un hombre; la grifea es la concha mas abunte. Estos fósiles los considera M. d'Orbigny como pertenecientes al piso neocomio del sistema cretáceo. El doctor Meyen que ascendió el valle del Rio Volcan, tributario del Yeso, encontró una formacion casi análoga, pero aparentemente mas calcárea, con mucho yeso, i no dudo, la equivalente de la aquí descrita. Los lechos eran verticales i se prolongaban hasta los límites de las nieves perpetuas; a la altura de 9,000 piés sobre el mar, abundaban en fósiles, que consistian, segun von Buch, en

1. Exogira (Gryphaea) Couloni, absolutamente idéntica con ejemplares del Jura y S. de la Francia.
2. Trigonia costata (idénticos con los hallados en los lechos jurásicos superiores de Hildeshein.)
3. Cucullaea, análoga en forma a la C. lonjirostris, tan frecuente en los lechos jurásicos superiores de Westphalia.
4. Ammonites, semejante al A. biplex.

Von Buch concluye que esta formacion es intermedia entre la caliza del Jura i la creta, i que es análoga con los lechos jurásicos mas superiores que forman los llanos de la Suiza. De ahí que M. d'Orbigny y von Buch, bajo diferentes términos, comparan estos fósiles a los del mismo último piso de las formaciones secundarias de la Europa.

Algunos de los fósiles que recojí fueron encontrados a no poco camino hácia abajo en la vertiente oriental del cordon principal; por lo que deben, orijinalmente, haberse hallado cubiertos por una gran masa de la roca negra arcillosa pizarrosa, independientemente de las ahora denudadas masas espesas subyacentes de arenisca roja. Olvidé oportunamente calcular a cuántos cientos o mas bien miles de piés de espesor los estratos superyacentes deben haberse hallado, i no me atrevo a hacerlo ahora. Esto, sin embargo, habria sido un punto mui interesante, pues él indicaria una gran suma de hundimiento, de lo cual encontraremos en adelante en otras partes de la cordillera análoga evidencia durante el mismo período.

La altitud del cordon de Piuquénes, considerándo su no grande antigüedad, es mui notable; muchos de los fósiles se hallan enterrados a la altura de 13,210 piés, i los mismos lechos se elevan por lo ménos a 14,000 o 15,000 piés sobre el nivel del mar.

El Portillo o cadena oriental.—El valle de Tenuyan, que separa las líneas de Piuquénes i el Portillo, tiene, segun el doctor Gillies i yo mismo, cerca de 20 millas de ancho; la parte mas inferior donde el camino cruza el rio, se eleva a 7,500 piés sobre el nivel del mar. El paso en la línea del Portillo tiene 14,365 piés de altura (1,100 piés mas alto que la de Peuquénes) y los picachos vecinos deben, según creo, elevarse a cerca de 16,000 piés sobre el mar. El rio que riega el valle intermedio de Tenuyan pasa por la línea del Portillo. Volvamos a nuestra seccion.

Poco despues de dejar los lechos inferiores (P^2) de la formacion yesosa, llegamos a grandes masas de un conglomerado rojo, vasto, (V) totalmente distinto de todos los estratos que hemos visto en la cordillera. Este conglomerado se halla distintamente estratificado, alguno de los lechos hallándose bien definidos por el mayor tamaño de los guijarros. El cemento es calcáreo i a veces cristalino, aunque la masa no presenta signos de haber sido metamorfoseada. Los guijarros incluidos son parcial o totalmente redondeados. Constan de areniscas rojizas, de varios pórfidos, de caliza parduzca, de arcilla pizarrosa negra, calcárea, compacta, precisamente semejante a la que se encuentra *in situ* en el cordon de Piuquénes i *contiene algunas de las mismas conchas fósiles*; tambien muchísimos guijarros de cuarzo, algunos de esquistos micáseos i numerosos cristales quebrados, redondeados, de un felspato potásico u ortoclásico rojo (segun el profesor Miller) i estos por su tamaño deben haber sido derivados de una roca de grano mui grueso, probablemente un granito. Porque este felspato es ortoclásico i aun por su aspecto esterior, me atrevo a afirmar positivamente que no ha sido derivado de las rocas de los cordones occidentales; pero, por otra parte, puede mui bien haber venido juntamente con el cuarzo i los es-

quistos metamórfidos de la linea oriental o del Portillo, por que esta línea consta principalmente de granito ortaclásico basto. Los guijarros de pizarra i de arenisca purpúrea fosilíferas, se han derivado ciertamente de la cadena de Piuquénes u occidental.

El camino cruza el valle Tenuyan en una direccion aproximada de E. a O. i por varias millas tenemos a ámbos lados el conglomerado que buza siempre al O. i forma separadas i grandes montañas. Los estratos, donde se encuentran primeramente, despues de dejar la formacion yesosa, se hallan inclinados al O. bajo un ángulo de solo 20°, que mas adelante sube hasta cerca de 45°.

Los estratos yesosos, como hemos visto, se hallan tambien inclinados al O., de ahí que cuando se mira desde el lado E. del valle hácia el cordon de Piuquénes, la perspectiva mas engañosa se presenta, como si los lechos mas modernos del conglomerado buzasen directamente hácia abajo de los mucho mas antiguos lechos de la formacion yesosa. En medio del valle, se proyecta un monte abrupto de pórfido inestratificado color lila (con cristales de hornblenda), i mas adelante, un poco al S. del camino, hai otro monte cuyos estratos inclinan lijeramente al E., el cual en su aspecto jeneral i color, se asemeja a la formacion del conglomerado porfídico, tan raro en este lado de la línea de Piuquénes i tan desarrollada a lo largo de los cordones occiden-tales,

El conglomerado es de gran espesor: no creo que los estratos que forman los montes separados (V V V), se hayan encontrado alguna vez en una misma línea de superposicion sino que una misma masa ha sido dividida por varias líneas uniclinales de elevacion distintas i paralelas. Juzgando de consiguiente, del espesor del conglomerado, como se ve en las masas de montañas separadas, lo calculé, por lo ménos, en 1,500 a 2,000 piés. Los lechos mas inferiores descansan concordantemente sobre algunos estratos estrañamente matizados, blandos (W) que no me fué posible examinar; i éstos a su vez descansan concordantemente sobre una gruesa masa

de arenisca silicosa, micásea, de láminas delgadas (X) asociada con pizarra arcillosa negra, en pequeñas cantidades.

Los lechos mas inferiores se hallan atravesados por varios diques de pórfidos descompuestos. La arenisca laminada se halla directamente superpuesta sobre las grandes masas de granito (Y Y), que principalmente componen el cordon del Portillo.

La línea de juncion entre la última roca, que es de un vivo rojo, i la arenisca blanquisca, era hermosamente distinta; hallándose la arenisca penetrada por numerosos diques grandes, tuortuosos, que se desprenden del granito, i habiendo sido convertida en una cuarcita granular (admirablemente semejante a las de las islas Falkland) que contiene pecas de un polvo acráceo, i partículas mui pequeñas cristalinas, negras, aparentemente de mica imperfecta. Los estratos cuarzosos, en un lugar, se hallaban encorvados formando una cúpula regular.

El granito que compone los magníficos i desnudos picachos i el flanco abrupto occidental de la cadena del Portillo es de un color rojo ladrillo, cristalizado bastamente, i compuesto de felspato ortoclasia o potásico, cuarzo i mica imperfecta, en pequeña cantidad, que pasa a veces a clorita. Estos minerales toman a veces una disposicion laminar o foliada. El hecho de que el felspato sea ortoclásico en este cordon es mui notable, si se considera que es mui raro, o mas bien, segun creo, se halla enteramente ausente en todos los cordones occidentales en los que el felspato sódico o por lo ménos una variedad que cliva como albita, es tan abundante. En un lugar, en el flanco occidental, i en el flanco oriental, cerca de los Manantiales, i cerca de la cúspide, observé algunas grandes masas de un granito blanquecino, parte finamente granudo i parte conteniendo grandes cristales de felspato; olvidé colectar muestras, de modo qne no sé si este felspato es ortoclasia tambien, aunque me inclino a pensar que lo es por su aspecto jeneral. Vi tambien alguna sienita i una masa que parecia andesita, de la cual tambien olvidé tomar muestras. Como los granitos blanquecinos forman

montes aislados en medio de la variedad roja de ladrillo cuyas cimas se hallan atravesadas por numerosas venas de eurita rosada i verdosa (a la que pasa segun pude observar el granito rojo insensiblemente) concluyo que los granitos blancos probablemente pertenecen a una formacion mas antigua que se halló cubierta i penetrada por el granito rojo

En la cima vi tambien, a una corta distancia, algunos lechos abigarrados, estratificados, aparentemente semejantes a los (W) de la base occidental, pero no fué posible su exámen por un temporal de nieve. Mr. Cardeleugh con todo, recojió aquí muestras de jaspe cintado, caliza magnesífera i otros minerales. Un poco mas abajo en el declive oriental, se encuentran algunos fragmentos de cuarzo i mica-pizarra, pero la gran formacion de esta última roca (Z) que cubre la mayor parte del flanco oriental i la base del cordon del Portillo, no puede ser examinada convenientemente hasta mucho mas abajo, en un lugar llamado Mal Paso. La mica-esquisto consta aquí de gruesas capas de cuarzo, con interpuestas hojas de mica, en escamas mui finas, pasando a menudo a una sustancia semejante a pizarra arcillosa, negra, lustrosa. En un punto, habiendo desaparecido las capas de cuarzo, la masa total se convirtió en una pizarra arcillosa, lustrosa. Donde las hojas se hallaban mejor definidas, estaban mui inclinadas manifiestamente hácia el O., esto es hácia el cordon. La línea de juncion entre la mica-pizarra negra i el granito rojo basto se distinguia mas claramente desde una gran distancia. El granito envia muchas pequeñas venas a la mica-pizarra, e incluye algunos fragmentos angulares de ella. Como la arenisca en la base occidental ha sido convertida por el granito rojo en una cuarcita granular, así esta gran formacion de mica-esquisto es mui posible que haya sido metamorfoseada al mismo tiempo i por los mismos medios, pero creo que es mas probable, teniendo presente su carácter metamórfico mas perfecto i su bien pronunciada foliacion, que pertenece a una época mas antigua, relacionada con el granito blanco. Me inclino mas a esta opinion, por haber encontrado al pié del cordon, que la mica-

esquisto rodeaba un cerro (Y2) compuesto esclusivamente de granito blanco. Cerca de los Arenales, las montañas en todos los lados se hallan compuestas de mica-pizarra i mirando hácia atras desde este punto a los desnudos picos jigantescos, la perspectiva es mui interesante. Los colores del granito rojo i de la mica-pizarra negra son tan distintos que con una luz viva estas rocas pueden fácilmente distinguirse aun desde las Pampas que se hallan a un nivel de 9,000 piés de diferencia. El granito rojo, por hallarse dividido por paralelas junturas, ha sido trasformado por el tiempo en picachos agudos, sobre algunos de los cuales, aun en los mas elevados, pequeñas capas de mica-esquisto pueden verse fácilmente. Aquí i ahí aislados manchones de esta roca adhieren a los flancos de las montañas i se corresponden con frecuencia en altura i posicion en los lados opuestos de los inmensos valles. A medida que se desciende, el esquisto predomina mas i mas, quedando sólo unos pocos pequeños puntos de granito que se proyectan al traves. Mirando hácia el frente total del cordon del Portillo, el color rojo escede muchisimo en área al negro; sin embargo, es apénas posible dudar que el granito no se haya hallado cubierto en una época casi totalmente por la mica-esquisto.

En los Arenales, mui abajo del flanco oriental, la mica-pizarra se halla atravesada por muchos diques anchos, casi juntos, paralelos unos a otros i a la foliacion del esquisto. Los diques son formados de tres diferentes variedades de rocas de las cuales un pórfido felspático pardo claro, con granos de cuarzo, era el mas abundante. Estos diques con sus granos de cuarzo, así como la mica-esquisto misma, admirablemente se asemejan a las rocas del archipiélago de los Chonos. A una altura de cerca de 1,200 piés sobre los diques i quizá en conexion con ellos, hai un cordon de barrancos formados por corrientes de lavas sucesivas (A A) entre 300 i 400 piés de espesor i en algunos lugares claramente columnares. La lava consta de rocas ásperas gris-oscuro, intermedias en carácter entre traquitas i basalto, que contienen felspato vidrioso, olivina i un poco de mica i a veces amig-

daloides con zeolitas. La base es enteramente compacta o vesicular. Las corrientes se hallan separadas unas de otras por lechos de escoria parda en fragmentos firmemente cementados juntos, e incluyendo guijarros, de lava, bien redondeados. Por su aspecto jeneral, creo que estas corrientes lávicas fluyeron en un antiguo periodo bajo la presion del mar, cuando el Atlántico cubria las Pampas i barria el pié oriental de la cordillera (1). En el lado opuesto N. del valle hai otra línea de barrancos lávicos a una altura correspondiente; el valle intermedio tiene una altura considerable i en cuanto pude calcular una profundidad de 1,500 piés. Este campo de lava amurallado a ámbos lados por las montañas de mica-esquisto, desciende rápida pero irregularmente hasta el borde de las Pampas, donde, teniendo un espesor de cerca de 200 piés, termina contra un pequeño cordon de pórfido arcilloso.

El valle en esta parte inferior se dilata formando una bahía, i desciende lijeramente, bordeado por los barrancos de lava, la cual debe haberse estendido anteriormente a traves de toda su estension. La inclinacion de las corrientes desde los Arenales hasta la boca del valle es tan grande, que en el acto deduje, (aunque ignoraba las investigaciones de M. Ellie de Beaumont sobre el declive estremadamente pequeño en que la lava puede fluir conservando sin embargo una estructura compacta i considerable espesor) deduje que subsiguientemente a su corrida deben haber sido solevantadas e inclinadas desde las montañas; de esta conclusion no tengo actualmente la menor duda.

En la boca del valle, dentro de los barrancos del campo de lava referido, hai restos, en la forma de pequeños cerros separados i de líneas de barrancos bajos, de un considerable depósito de toba volcánica blanca, compacta (que se estrae para piedras de filtrar) compuesta de pomez triturado, cris-

(1) Esta conclusion pudo haberse anticipado por la rareza jeneral de accion volcánica, escepto cerca del mar o de grandes porciones de mar. Conforme con esta regla actualmente no hai volcanes activos en este lado oriental de la cordillera, ni se han sentido grandes temblores aquí.

tales volcánicos, escamas de mica i fragmentos de lava. Esta masa ha sufrido gran denudacion i la dura mica esquisto ha sido profundamente corroida, desde el período de su deposicion, i este período debe haber sido subsiguiente a la denudacion de las corrientes lávicas basálticas, como lo atestigua el círculo de barrancos que la rodean, que están a un nivel mucho mas alto. Actualmente, bajo el árido clima existente, las épocas pueden trascurrir sin que una sola yarda cuadrada de una roca cualquiera sea denudada, con escepcion quizas de los lechos, raramente humedecidos, que forman los desagües de los valles. ¿Debemos, entónces, retroceder a ese antigüo período cuando las olas del mar batian el pié oriental de la cordillera, para hallar el poder suficiente que denudó estensa, aunque superficialmente, estos depósitos tobáceos, por blandos que fueran? Resta sólo mencionar algunos cerros pequeños, denudados (B B) de unos pocos cientos de piés de altura, mera sucesion de colinas, comparados con las montañas jigantescas que se hallan tras ellos, i los cuales se elevan sobre la superficie inclinada, cubierta de guijarros de las Pampas.

De estos cordones, el primero se halla compuesto de un pórfido arcilloso o piedra arcillosa porfídica, brechoídea i purpúrea, cuyos estratos, no bien marcados, buzan de 70° al SO. i el segundo consta de un pórfido felspático de color claro, de un pórfido arcilloso purpúreo con granos de cuarzo, i de una roca casi esclusivamente compuesta de cristales de felspato color rojo de ladrillo. Estas pequeñas i últimas líneas de elevacion corren en direccion de NO. por el O. a SE. por el S.

Conclusiones sobre el cordon del Portillo.—Desde las Pampas, mirando hácia el sur i cruzando hácia el norte, puede verse por espacio de muchas leguas el granito rojo i la oscura mica-esquisto formando las cumbres i el flanco oriental de la cadena del Portillo.

Este gran cordon, segun el doctor Gillies, puede seguirse con pequeñas interrupciones 140 millas al S. hasta el rio Diamante, donde se une con los cordones occidentales. Hácia

el N., segun el mismo autor, termina donde el rio Mendoza sale de las montañas; pero un poco mas al N., en la parte oriental de la seccion de la Cumbre, hai, como veremos luego, algunas masas de montañas de un pórfido rojo de ladrillo, el último inyectado en medio de muchos otros pórfidos i tan análogo al granito rojo basto de la línea del Portillo, que estoi tentado por creer que ámbos pertenecen al mismo eje de inyeccion; si fuese así, la línea del Portillo tiene por lo ménos 200 millas de lonjittud. Su altura, aun en los boquetes mas bajos del camino, es de 14,365 piés i algunos de los picachos, aparentemente alcanzan una elevacion de cerca de 16,000 piés sobre el mar. La historia jeolójica de esta gran cadena me parece mui interesante. Podemos concluir seguramente que en un período anterior el valle de Tenuyan fué un brazo de mar, de cerca de 200 millas de ancho, rodado hácia un lado por un cordon o cadena de islotes de la piedra o arcilla negra. calcárea, laminada i de las areniscas rojas de la formacion yesosa; i hácia el otro, por un cordon o cadena de islotes compuestos de mica pizarra, granito blanco i quizas, en cierta estension, de granito rojo. Estas dos cadenas, miéntras así rodeaban el antiguo canal del mar, deben haberse hallado espuestas por un largo lapso de tiempo a la accion aluvial i litoral, durante el cual las rocas fueron desmoronadas, los fragmentos redondeados i los estratos de conglomerado acumulados hasta un espesor de lo ménos 1,500 a 2,000 piés. El granito rojo ortoclásico forma actualmente como hemos visto, la parte principal de la cadena del Portillo, Se halla inyectado en dikes, no sólo en la mica-esquisto i granito blanco, sino tambien en la arenisca laminada, que él ha metamorfoseado i solevantado bajo un ángulo de 45°, conjuntamente con los lechos matizados, concordantemente superyacentes del conglomerado estratificado. Haber solevantado hasta esta proporcion tan vasta pila de estratos es una prueba que en su parte principal el granito rojo (ya existiesen o no algunas prociones anteriormente, como es probable) fué inyectado en estado pastoso, despues de la acumulacion de la arenisca laminada i del conglome-

rado. Este conglomerado, como sabemos, fué acumulado no sólo despues de la deposicion de los estratos fosilíferos de la línea de Piuquénes, sino despues de su elevacion i prolongada denudacion. I estos estratos fosilíferos pertenecen a la parte mas antigua del sistema cretáceo.

Por moderna, por consiguiente que en un sentido jeolójico, deba considerarse la edad de la parte principal del granito rojo, no se concibe nada mas impresionable que la vista oriental de este gran cordon; que invita a la imajinacion a formarse una idea de los miles de años que han sido necesarios para la denudacion de los estratos que orijinalmente lo cubrian, porque el granito en estado pastoso se halló ántes indudablemente cubierto; su composicion mineralójica, su estructura i la forma cónica atrevida de las masas de montañas, así lo evidencian. De los estratos envolventes vemos los últimos vestijios en los lechos matizados de la cima, en las pequeñas cubiertas o coronamientos de mica-esquisto que se hallan en algunos de los mas encumbrados picachos i en los manchones aislados de esta misma roca que pueden verse a correspondientes alturas en los flancos ahora desnudos i abruptos.

Las corrientes de lava del pié oriental del Portillo son interesantes, no tanto por la gran denudacion que deben haber sufrido en un período comparativamente moderno, como por la evidencia que presentan por su inclinacion, tomada conjuntamente con su espesor i su compactitud, de que despues que el gran cordon hubo tomado su presente contorno jeneral, continuó elevándose como un eje de elevacion. Los llanos que se estienden desde la base de la cordillera hasta el Atlántico, demuestran que el continente ha sido solevantado en masa a una altura de 3,500 piés i probablemente a mucho mayor altura, porque la formacion guijarral i llana de las Pampas, se prolonga con un declive lijero e ininterrumpido hasta mui al interior sobre los grandes valles. I hai que tener presente que los cordones de Piuquénes i el Portillo, no sólo han sufrido movimientos de elevacion; porque, como veremos, el fondo del mar se hundió varios miles de piés duran-

te la deposicion de estratos que ocupan un mismo lugar relativo en la Cordillera que los del cordon de Piuquénes; ademas, veremos por la inequívoca evidencia de encontrarse árboles verticales enterrados, que en algun último período, durante la formacion de la cadena de Uspallata, que corresponde jeográficamente con la del Portillo, hubo otro hundimienta de muchos miles de piés.

I, a la verdad, en el valle de Tenuyan, la acumulacion del conglomerado estratificado basto hasta un espesor de 1,500 a 2,000 pies, presenta fuertes presunciones o evidencia de un hundimiento; porque todas las analojías existentes comprueban que los grandes guijarros sólo pueden ser trasportados en aguas someras susceptibles de ser afectadas por las corrientes i movimientos de undulacion, i en tal caso el bajo fondo del mar en que los primeros guijarros fueron depositados, debe necesariamente haberse hundido para permitir la acumulacion de los estratos superyacentes. ¡Qué historia tan asombrosa de cambios de nivel, de corrosion i destruccion, revela la estructura de esta gran cadena de montañas, desde la edad de las últimas formaciones secundarias de la Europa!

Paso de los Andes por la cumbre o Paso de Uspallata.—Este paso cruza los Andes cerca de 60 millas al N. del que acaba de describirse. La seccion dada en la lámina V, figura 2, es en la misma escala que la anterior, es decir, un tercio de pulgada para una milla de distancia i una pulgada por una milla (ó, 6000 piés) de altura. Como la última seccion este es un mero cróquis, i no pretendo que su exactitud sea inobservable, aunque ha sido hecha bajo favorables circunstancias. Comenzaremos como ántes, con la mitad occidental, de la cual el cordon principal se denomina La Cumbre i corresponde a la linea de Piuquénes de la seccion anterior, como lo es el cordon de Uspallata aunque en mucho mas pequeña escala con respecto al Portillo. Cerca del punto donde el rio Aconcagua desemboca en el llano, o cuenca del mismo nombre, a una altura de cerca de 2,300 piés sobre el mar, encontramos el conglomerado arcilloso, porfídico comun, rojo o verdoso.

Lechos de esta naturaleza, alternando con numerosos pórfidos, compactos i amigdaloides, que han fluido a manera de lavas submarinas i se hallan asociados con grandes masas de montañas de varios pórfidos inyectados no estratificados, se prolongan en toda la distancia hasta la Cumbre o Cordon Central. Uno de los pórfidos estratificados mas comunes es de un color verde, mui amigdaloide, con los varios minerales descritos en la esposicion preliminar e incluyendo cristales tabulares de albita.

La montaña corre de N. (a menudo con un poco de inclinacion al O.) a S. La estratificacion, donde quiera que pude distinguirla claramente, se inclinaba al O. o hácia el Pacífico i escepto cerca de la Cumbre, nunca en ángulos mayores de 25°. Sólo en un lugar, en este lado occidental, en un elevado picacho no léjos de la Cumbre, vi estratos aparentemente pertenecientes a la formacion yesosa, i concordantemente coronando una pila de pórfidos estratificados.

De ahí que tanto en composicion como en estratificacion, la estructura de las montañas en este lado occidental del *divortium aquarum* es mucho mas sencilla que en la parte correspondiente de la seccion de Piuquénes. En el conglomerado porfídico arcilloso, la estructura mecánica i los planos de estratificacion han sido jeneralmente mui oscurecidos i aun enteramente obliterados hácia la base de las series, miéntras en las partes superiores, cerca de las cimas de las montañas, ámbas se encuentran distintamente desarrolladas. En estas porciones superiores los pórfidos son jeneralmente de colores mui vivos. En tres lugares (X Y Z) se ven masas de Andesita; en (Y) esta roca contiene algo de cuarzo, pero la mayor parte consta de un pórfido andesítico, que encierra sólo unos pocos cristales bien desarrollados de albita i forma una gran masa blanca que ofrece el aspecto esterior del granito i se halla coronada por un pórfido inestratificado oscuro. En muchas partes de las montañas hai dikes de un color verde i otros blancos; estos últimos probablemente se desprenden de masas subyacentes de andesita.

La Cumbre, donde el camino cruza, tiene, segun Mr.

Pentland, 12,454 piés sobre el mar; i los picos vecinos, compuestos de pórfidos de un rojo oscuro i blanquecinos, algo confusamente estratificados, con un buzamiento hácia el O. i otros sin ninguna huella de estratificacion, deben esceder de 13,000 piés de altura. Descendiendo la vertiente oriental de la Cumbre, la estructura se hace mui complicada i jeneralmente distinta en los dos lados oriental i occidental de la línea del camino i la seccion. Primero encontramos una gran masa *A)* de estratos casi verticales, singularmente replegados, compuestos de areniscas rojas mui compactas i de conglomerados a menudo calcáreos, los cuales se hallan penetrados por dikes verdes, amarillos i rojizos. Tendré pronto la oportunidad de describir con algun detalle una análoga pila de estratos. Estos lechos verticales son abruptamente sucedidos por otros *B)* de aparentemente casi la misma naturaleza, pero que se hallan mas metamorfoseados i alternan con pórfidos i calizas; éstos buzan por un corto espacio hácia el O., pero ha habido aquí una estraordinaria dislocacion, que en el lado N. del camino, aparece haber determinado la escavacion del valle, que corre de N. a S., del rio de las Cuevas. En este lado N. del camino, los estratos (B) se hallan prolongados hasta que se unen con una montaña elevada i escarpada (D) de pórfido eruptivo, inestratificado, de color oscuro, donde los lechos han sido mucho mas inclinados i aun mas metamorfoseados. Esta montaña de pórfido parece formar un corto eje de elevacion, porque al S. del camino, en esta línea, hai un cerro *C)* de conglomerado porfídico, con estratos absolutamente verticales.

Llegamos ahora a la formacion yesosa. Describiré primeramente la estructura de las varias montañas i daré en seguida en una seccion una relacion detallada de la naturaleza de las rocas. En el lado N. del camino, que aquí corre en un valle de E. a O., la montaña de pórfido *D)* se halla sucedida por un cerro *E)* formado por los estratos superiores yesosos solevantados, bajo un ángulo de entre 70 i 80° al O., por un eje uniclinal de elevacion que no corre paralelo a los otros cordones vecinos i que es de corta lonjitud;

porque en el lado S. del valle su prolongacion se manifiesta sólo por una pequeña flexion en una pila de estratos inclinados por un eje completamente separado. Un poco mas adelante, en el valle de N. a S. de Horconos, entra en ángulos rectos nuestra linea de seccion; su lado occidental está limitado por un cerro de estratos yesosos *F)* que buzan hácia el O. cerca de 45° i su lado oriental por una montaña de estratos semejantes *G)* inclinados al O. de 70°, i superpuesta por una oblicua falla, otra masa de los mismos estratos *H)* tambien inclinada al O. pero sólo como a 30°: la relacion complicada de estas tres masas (F G H) puede esplicarse por la estructura de un gran cordon de montañas que se halla un poco al N., en el cual se ve un eje regular anticlinal (representando en la seccion por linea de puntos) cuyos estratos en su lado oriental se doblan nuevamente hácia arriba i forman un distinto eje uniclinal, cuya parte superior forman los lechos marcados (H). Esta gran línea uniclinal se halla atravesada, cerca del Puente del Inca, por el valle, por el que pasa el camino i cuyos estratos se describen en seguida. En el lado S. del camino, en el punto correspondiente a las montañas (E F i G) los estratos buzan donde quiera hácia el O., jeneralmente bajo un ángulo de 30°, que a veces llega hasta 45°, pero no en una linea continua, porque hai varias fallas verticales, que forman masas uniclinales separadas, que buzan todas en la misma direccion, forma de elevacion comun en la cordillera. Vemos así que dentro de un estrecho espacio, los estratos yesosos han sido solevantados i comprimidos juntos por una gran linea de elevacion uniclinal, anticlinal i una menor uniclinal (E), i que entre estas tres lineas i la Cumbre, en las areniscas, conglomerados i formacion porfídica, ha habido por lo ménos dos o tres grandes ejes mas de elevacion.

El eje uniclinal (Y) atravesado cerca del Puente del Inca (1) (del cual los estratos en H forman una parte) corre N.

(1) En este lugar hai algunas fuentes termales i frias; las mas calientes tienen una temperatura, segun el teniente Brand, de 91°; desprenden mu-

por el O. a S. por el E., formando una cadena de montañas, aparentemente un poco inferior en altura a la Cumbre: los estratos, como hemos visto, buzan en un ángulo promediado de 30°.al O. Los flancos de las montañas son aquí enteramente desnudos i abruptos, proporcionando una escelente seccion, de manera que he podido inspeccionar los estratos hasta un espesor de cerca de 4,000 piés i he podido distinguir claramente su naturaleza jeneral en 1,000 piés mas de altura, formando un espesor total de 5,000 piés, a que debo agregar cerca de 1,000 de los estratos inferiores, vistos un poco mas abajo del valle. Describiré esta seccion en detalle, empezando por abajo.

1.° La masa mas inferior es la pizarra arcillosa alterada descrita en la parte preliminar i la primera que se encuentra en esta línea de seccion. Mas abajo del valle en Rio de las Vacas, encontre una oportunidad mejor de examinarla; se halla en algunas partes bien caracterizada, teniendo un crucero distinto, casi vertical, tortuoso, que corre de NO. a SE. i se halla atravesado por venas de cuarzo. En muchas partes, sin embargo, es cristalina i felspática i pasa a una verdadera diorita, a menudo incluyendo granos de cuarzo. La pizarra arcillosa, en su mitad superior, es frecuentemente brechoidea, los fragmentos angulares que encierran de casi la misma naturaleza que la matriz;

2.° Varios estratos de conglomerado porfídico purpurino, de no mui grande espesor, descansan concordantemente sobre la pizarra felspática. Un grueso lecho de pórfido arcilloso, purpúreo, oscuramente brechiforme (aunque no de orijen sedimentario metamorfoseado) que se halla infrapuesto al conglomerado porfídico, constituia el lecho mas inferior

———

cho gas. Segun Mr. Brande, de la Real institucion, 10 pulgadas cúbicas contienen cuarenta i cinco granos de materia, sólida, consistente principalmente en sal, yeso, carbonato de cal i óxido de hierro. El agua se halla cargada de ácido carbónico e hidrójeno sulfurado. Estas fuentes depositan mucha toba en la forma de balas esféricas. Brotan, como las de Cauquénes i probablemente las de Villavicencio, en una línea de elevacion.

actualmente examinado en esta seccion en el Puente del Inca;

3.º Un estrato, de 80 piés de espesor, de caliza dura i mui compacta, impura i blanquisca, que espuesta al aire toma un color rojo subido, i que contiene capas brechoídeas i recementadas. Se distinguen en ella oscuras impresiones de conchas;

4.º Un conglomerado rojo, cuarzoso, de grano fino, con granos de cuarzo i con pecas de felspato blanco terroso aparentemente debidas a algun proceso de accion cristalina concrecionaria; este lecho es mas compacto i metamorfoseado que ningun otro de los conglomerados superyacentes;

5.º Una caliza blanquecina de estructura de pedernal, con nódulos de caliza arcillosa azulada;

6.º Un conglomerado blanco, con muchas partículas de cuarzo, que casi se confunden con la base.

7.º Una arenisca blanca, de grano fino, mui silicosa;

8.º i 9.º Lechos blancos i rojos, no examinados;

10. Una caliza magnesífera (juzgando por su lenta disolucion en los ácidos) amarilla, de grano fino, i lijeramente estratificada: encierra algunos guijarros blancos do cuarzo i pequeñas cavidades, tapizadas con espato calizo, algunas de las cuales conservan la forma de conchas.

11. Un lecho de 20 a 30 piés de espesor i enteramente concordante con los subyacentes, compuesto de una base dura, teñida de lila gris, porfídica con numerosos cristales de felspato blanquisco, con mica negra i pequeños puntos de una materia ferrujinosa, blanda; evidentemente una lava submarina.

12. Caliza magnesífera amarilla como la anterior, teñida parcialmente de púrpura;

13. Una roca la mas singular; base gris purpúrea, oscuramente cristalina, fácilmente fusible en un vidrio verde oscuro, no dura, cubierta de cristales mas o ménos perfectos de carbonato de cal blanco, de hidróxido rojo de hierro, de un mineral blanco i trasparente semejante a analcima i de un mineral verde opaco semejante a estatita; la base es amig-

daloide con muchos nódulos esféricos del carbonato de cal cristalizado, blanco, de los cuales algunos se hallan cubiertos con óxido rojo de hierro. No dudo por el exámen del estrato superyacente (19) que esta es una lava submarina, aunque en el norte de Chile, algunos de los lechos sedimentarios metamorfoseados son casi tan cristalinos i de tan variada composicion;

14. Arenisca roja, que pasa en la parte superior a un conglomerado vasto, duro i rojo, de 300 piés de espesor que tiene un cemento calcáreo e incluye granos de cuarzo, i cristales quebrados de felspato: base infusible; los guijarros constan de pórfidos purpúreos, no claros, con algo de cuarzo, desde el tamaño de una nuez hasta el de la cabeza de un hombre. Este es el conglomerado mas grueso de esta parte de la Cordillera. En el medio habia una capa blanca, no examinada;

15. Gran lecho espeso, de una roca mui dura amarillo claro, con una base felspática, cristalina, que incluye grandes cristales de felspato blanco, muchas pequeñas cavidades llenas de una materia blanda, ferrujinosa i numerosas láminas exagonales de mica negra. La parte superior de este gran lecho es lijeramente celular; la inferior, compacta; el espesor variaba un poco en diferentes partes. Manifiestamente una lava submarina; aliada a la del lecho 11;

16 i 17. Areniscas compactas, de grano fino, calcáreas, de un púrpureo-oscuro, que pasa a un conglomerado blanco, basto, con numerosas partículas de cuarzo;

18. Masas alternantes de conglomerado rojo, arenisca purpurina i lava submarina, semejante a la roca singular que forma el lecho 13;

19. Una piedra mui pesada, compacta, oscura, con una base de grano fino, indudablemente cristalina que contiene algunas manchas de espato calcáreo blanco, muchas de óxido hidratado de hierro cristalizado, rojo; i algunas de un mineral verde; hai venas i nidos llenos de epidota; ciertamente una lava submarina;

20. Muchos estratos delgados de arenisca de grano fino, de un púrpura-pálido;

21. Yeso en un estado casi puro, de cerca de 300 piés de espesor: este lecho, en sus concreciones de anhidrita i capas de pequeños cristales negruscos de carbonato de cal, exactamente se asemeja a los grandes lechos yesosos del cordon de Piuquénes;

23. Arenisca pálido-púrpura i rojiza como en el lecho: (20) de cerca de 300 piés de espesor;

23. Una gruesa masa, compuesta de capas, a menudo tan delgadas como papel i replegadas, de yeso puro i otras mui impuras, de un color purpurino;

24. Yeso puro en un grueso banco;

25. Areniscas rojas, de gran espesor;

26. Yeso puro, de gran espesor; i

27. Capas alternantes de yeso puro e impuro, de gran espesor.

No me fué posible subir hasta estos últimos grandes estratos, que componen los picos vecinos mas altos. El espesor, desde los lechos de yeso mas inferiores hasta los mas superiores, no puede ser ménos de 2,000 piés: los lechos que siguen hácia abajo los estimé en 3,000 piés, i esto no comprende ni las partes inferiores del conglomerado porfídico ni la pizarra arcillosa alterada; creo que el espesor total debe ser de cerca de 6,000 piés. Claramente observé que no sólo el yeso sino las areniscas alternantes i conglomerados, eran lenticulares i repetidamente disminuian hasta desaparecer i se reemplazaban unas a otras: así en la distancia de cerca de una milla, un lecho de arenisca de 300 piés de espesor, sito entre dos lechos de yeso, disminuia hasta desaparecer completamente. La parte inferior de esta seccion difiere notablemente de cualquiera otra ya descrita en Chile por la diversidad mucho mayor de su composicion mineralójica, por la abundancia de materia calcárea, por la mayor potencia de algunos de los conglomerados i por las numerosas partículas i bien redondeados guijarros de cuarzo, a veces de gran tamaño, que contiene. Por estas particularidades i por la forma

lenticular de los estratos, es probable que esta gran pila de estratos fuese acumulada en un fondo bajo i mui desigual, cerca de alguna tierra preexistente formada por varios pórfidos i cuarcitas. La formacion del conglomerado porfídico arcilloso no alcanza en esta seccion a su ordinario espesor; esto puede deberse *parcialmente* a la accion metamórfica que ha sido aquí mucho ménos enérjica que de ordinario, aunque los lechos mas inferiores han sido afectados hasta cierto grado. Si hubiese sido tan enérjica como en muchas otras partes de Chile, muchos de los lechos de arenisca i conglomerado, que contienen masas redondeadas de pórfido, se hubiesen convertido sin duda en conglomerados porfídicos; i éstos habrian alternado i aun confundídose con los estratos cristalinos i porfídicos que no ofrecen la menor huella de estructura mecánica, es decir, con aquellos que en el estado presente de la seccion vemos son incuestionablemente lavas submarinas.

Los lechos de yeso, juntos con las areniscas rojas i conglomerados, presentan tan perfecta i curiosa semejanza con los que hemos visto en nuestra seccion anterior en el valle o cuenca del Yeso, que no puedo dudar de la identidad de las dos formaciones. Debo agregar que un poco al O. del Puente del Inca, una masa de yeso pasaba a una arenisca parda, dura, de grano fino, que contenia algunas capas de una roca arcillosa negra, laminada, calcárea, compacta, precisamente semejante a la que se ha hallado en grandes masas en el cordon de Piuquénes.

Cerca del Puente del Inca, numerosos fragmentos de caliza, que contienen algunos restos fósiles, se hallaban diseminados en el suelo.

Estos fragmentos se asemejan tan perfectamente a la caliza del lecho número 3, en que vi impresiones de conchas, que no dudo se hayan desprendido de él.

La caliza amarilla magnesífera del lecho número 10, que tambien encierra vestijios de conchas, tiene un aspecto distinto. Estos fósiles, segun M. d'Orbigny, son:

Griphaea, próxima a la G. Couloni (formacion neocomia.)

Arca, quizas la A. Gabrielis, d'Orbigny (formacion neocomia.

Mr. Pontland formó una coleccion de conchas de este mismo lugar i Von Buch las ha considerado como:

Trigonia, parecida en la forma a la T. costata.

Pholadomya, semejante a una encontrada por M. Dufresnoy cerca de Alençon.

Isocardi escentrica, Volty, idéntica con la del Jura. Dos de estas conchas, a saber, la Griphaea i la Trigonia parecen ser idénticas con las especies recojidas por Meyen i yo mismo en el cordon de Piuquénes, i en opinion de Von Buch i M. d'Orbigny, las dos formaciones pertenecen a la misma edad.

Debo agregar aquí que el profesor E. Forbes, que ha examinado mis ejemplares de este lugar i del cordon de Piuquénes, ha opinado igualmente que ellos indican el período cretáceo i probablemente una época mas antigua. Igualmente todos los paleontólogos que han visto estos fósiles coinciden en opinion aproximadamente con respecto a su edad. La caliza, sin embargo, con estos fósiles descansa aquí, en la verdadera base de la formacion, inmediatamente sobre el conglomerado porfídico i ciertamente varios miles de piés mas abajo en la serie, que las rocas equivalentes fosilíferas negras, arcillosas, laminadas de la parte superior del cordon de Piuquénes.

Es mui digno de observar que estas conchas o a lo ménos aquellas de que vi impresiones en la caliza (lecho núm. 3) deben haberse hallado cubiertas, segun el cómputo mas bajo, por 4,000 piés de estratos; ahora sabemos por las investigaciones del profesor E. Forbes, que el mar a profundidades mayores de 600 piés se hace escesivamente estéril en seres orgánicos, resultado enteramente conforme con lo poco que he visto en sondas profundas. De ahí que despues que esta caliza con sus conchas fué depositada, el fondo del mar, donde la línea principal de la cordillera se halla ahora, debe haberse deprimido algunos miles de piés para permitir la deposicion de los estratos sub-marinos superyacentes. Sin

suponer un movimiento de esta especie, seria igualmente imposible comprender la acumulacion de los varios estratos inferiores de los conglomerados bastos i bien redondeados, que apénas es posible creer fuesen diseminados en agua mui profunda i los cuales, especialmente los que contienen guijarros de cuarzo, no han podido ser redondeados en cráteres submarinos i despues espelidos, como creo que ha sido el caso para con muchos de los de la formacion del conglome rado porfídico. Debo agregar que segun opinion del profesor Forbes las especies de moluscos arriba mencionadas, probablemente no vivieron a mayor profundidad de 20 brazas, esto es, sólo a 120 piés.

Volvamos a nuestra seccion del valle abajo. Estando en el gran eje uniclinal N. por el O. a S. por el E. del puente del Inca, del cual se ha dado ya una seccion, i mirando hácia el NE., se ven a la distancia grandes masas tabulares de la formacion yesosa (K K) mui lijeramente inclinadas hácia el E. Mas abajo del valle, las montañas se hallan casi esclusivamente compuestas de pórfidos, muchos de ellos de orijen eruptivo i no estratificados, otros estratificados, pero con la estratificacion nunca distinguible, escepto en las partes superiores. Con respecto a las perturbaciones locales, los lechos son ya horizontales, ya inclinados lijeramente hácia el E., por lo que estando en el llano de Uspallata i mirando hácia el O. o hácia atras la cordillera aparece compuesta de enormes masas tabulares, cuadradas, casi horizontales: un espacio tan ancho con montañas tan elevadas i a una misma altura, es mui raro dentro del recinto de la cordillera. En esta línea de la seccion, el intervalo entre el puente del Inca i la cumbre, encierra todos los ejes principales de dislocacion. La formacion de pizarra arcillosa alterada, ya descrita, se ve en varias partes del valle hasta Las Vacas, infrapuesta al conglomerado pofídico. En la Casa de Pujios (L) hai un cerro de granito (andesítico?) i la estratificacion de las montañas circundantes cambia aquí de O. 10° al S. a SO. Igualmente, cerca del rio Vacas, hai una mayor formacion de granito (andesítico?) (M) que envia una verdadera red de

venas a la pizarra arcillosa superpuesta i que localmente dislocó los estratos, en un lado hácia el NO. i en el otro al SE., pero no en gran proporcion. En la juncion, la pizarra arcillosa se halla trasformada en una diorita de grano fino. Este eje granítico se halla atravesado por un dike verde, que menciono, porque no recuerdo haber visto en otra parte dikes en estas rocas, que son las mas inferiores i las últimas inyectadas. Desde el Rio Vacas hasta el llano de Uspallata, el valle corre al NE. de manera que he tenido que contraer mi seccion, pues éste pasa esclusivamente a traves de rocas porfídicas. Hasta el Paso de Jaula la formacion de conglomerado arcilloso, en la mayor parte mui porfídica i cruzada por numerosos dikes de pórfido diorítico, alcanza un gran espesor; hai tambien muchos pórfidos. Desde la Jaula hasta el llano, la estratificacion se halla obliterada en muchos lugares, escepto cerca de la cima de algunas de las montañas; i la accion metamórfica ha sido mui grande. En este espacio, el número i tamaño de las masas eruptivas de pórfido diversamente matizados, inyectadas unas en otras i atravesadas por dikes, son verdaderamente estraordinarios. Vi una montaña de pórfido blanquecino, del cual se desprendian dos enormes dikes, que disminuyendo de potencia, penetraban hácia abajo en un pórfido negrusco adyacente. Otro cerro de pórfido blanco, que se habia abierto paso por estratos de colores oscuros, se hallaba él mismo inyectado por un pórfido purpúreo, brechoídeo i recementado, i ámbos se hallaban atravesados por un dike verde i habian sido solevantados e inyectados por una cúpula granítica. Un pórfido rojo de ladrillo, que mas arriba de la Jaula forma una masa aislada en medio de la formacion de conglomerado porfídico i mas abajo del valle un magnífico grupo de montañas agudas, difiere notablemente de todos los otros pórfidos. Consta de una base roja felspática, incluyendo algunos mas bien grandes cristales de felspato rojo, numerosos granos de cuarzo, grandes, angulares, i pequeños puntos de un mineral verde, blando que se asemeja a esteatita en la mayor parte de sus caracteres. Los cristales de felspato rojo se ase-

mejan en el aspecto esterior a los de ortoclasia, aunque por hallarse parcialmente descompuestos, no me fué posible medirlos; i son ciertamente mui diversos de la variedad que se encuentra tan abundante en casi todas las otras rocas de esta seccion, la cual, donde quiera que la examiné, presentaba el crucero de la albita. Este pórfido rojo de ladrillo aparece que se ha abierto paso a traves de todos los demas pórfidos i numerosos dikes rojos que atraviesan las montañas vecinas se han derivado de él: en algunos pocos lugares, sin embargo, se hallaba a su vez atravesado por dikes blancos.

Por la posterioridad de su oríjen eruptivo, por su estrecha semejanza con el granito rojo de la línea del Portillo, (la sola diferencia entre uno i otro es que el felspato en el pórfido es ménos perfectamente granular i la esteatita reemplaza a la mica, que en el granito es imperfecta i pasa a clorita) i porque la línea del Portillo un poco hácia el S. de este punto parece unirse o confundirse, (segun el doctor Gillies) con los cordones occidentales, me hallo obligado a creer (como lo he manifestado) que la gran cadena de montañas, compuesta de este pórfido rojo de ladrillo, pertenece al mismo eje de inyeccion que el granito de la línea del Portillo. En tal caso, la inyeccion de este pórfido probablemente tuvo lugar subsiguientemente a los varios ejes de elevacion de la formacion yesosa cerca de la cumbre, como la inyeccion del granito del Portillo se ha demostrado haber sido subsiguiente a la elevacion de los estratos yesosos que componen el cordon de Piuquénes; i este intervalo, hemos visto, debe haber sido escesivamente largo.

El llano de Uspallata ha sido brevemente descrito en el capítulo III; se asemeja a los llanos cuencas de Chile: tiene 10 a 15 millas de ancho i se dice que se estiende 180 millas hácia el N.; su superficie se halla casi a 6,000 piés sobre el mar: se compone, hasta un espesor de algunos cientos de piés, de guijarros estratificados acumulados sin órden, que se prolongan sobre las montañas a ámbos lados de los valles con una superficie lijeramente inclinada sobre ellos.

Una seccion de este llano (Z) es interesante, por la circunstancia (1) no comun de encontrarse lechos alternados de arena casi suelta, rojo i blanca con capas de guijarros (desde el tamaño de una nuez hasta el de una manzana) i lechos de grava, que se hallan inclinados bajo un ángulo de 45° i en algunos puntos bajo un ángulo mayor.

Estos lechos se hallan dislocados por pequeñas fallas i cubiertos por una gruesa masa de grava horizontalmente estratificada, evidentemente de orijen sub-acúeo. Habiendo observado repetidas veces las irregularidades de los lechos acumulados por las corrientes, estoi cierto que la inclinacion no se debe aquí a su accion. Los guijarros constan principalmente del pórfido rojo de ladrillo ya descrito i de granito blanco, ámbos derivados probablemente de los cordones del O., de pizarra arcillosa alterada i de ciertos pórfidos aparentemente pertenecientes a las rocas de la cadena de Uspallata.

Este llano corresponde jeográficamente con el valle de Temuyan de los cordones del Portillo i Piuquénes; pero en ese valle, el guijarro, que igualmente ha sido derivado de los cordones E. i O., se halla aglutinado formando un conglomerado duro i ha sido solevantado con una considerable inclinacion, como igualmente la grava alcanza a mucho mayor espesor i es probablemente mucho mas antigua.

Cordon de Uspallata.—El camino por el paso Villavicencio no corre directamente a traves del cordon, sino que sigue algunas leguas hácia el N. a lo largo de su base occidental; i describiremos brevemente las rocas que se ven aquí, ántes de continuar con nuestra seccion de E. a O. En la boca del valle de Cañota i en varios puntos hacia el N. hai una estensa formacion de una pizarra arcillosa lustrosa, áspera, felspática, que incluye estratos de grauwacka i tiene un crucero o clivaje tortuoso i casi vertical, i se halla atravesada por numerosas venas metalíferas i otras de cuar-

(1) Mr. Smith de Jordan Hill ha descrito lechos de arena i grava cerca de Edimburgo, solevantados bajo ángulos de 60° i dislocados por pequeñas fallas.

zo. Esta pizarra se halla en muchas partes cubierta por una gruesa masa de fragmentos de la misma roca, firmemente aglutinados; i ámbas han sido solevantadas i dislocadas por numerosos cerros pequeños, que corren de N. a S., de pórfidos colores lilas, blancos, negros i de salmon. Un abrupto cerro de pórfido, ahora denudado, presenta impresiones distintas de los ángulos de los fragmentos de la pizarra, conservando todavia algunos de ellos embutidos como un molde en la cera. En la boca de este mismo valle de Cañota, en un hermoso escarpe cuyos estratos buzan de 50 a 60° al NE. la formacion de pizarra arcillosa se ve que se halla cubierta: 1.° por un pórfido arcilloso, purpúreo, que descansa discordantemente en algunas partes sobre la pizarra sólida i en otra sobre una espesa masa fragmentaria; 2.° un estrato concordante de una roca negruzca compacta que tiene una estructura esferoidal, llena de pequeños cristales aciculares de felspato vidrioso, con manchas rojas de óxido de hierro; 3.° un gran estrato de pórfido arcilloso de un rojo purpúreo abundante en cristales de felspato opaco, i laminado en capas delgadas, paralelas, a menudo cortas, e igualmente con grandes inclusiones irregulares de felspato blanco, terroso, semicristalino; esta roca (que se encuentra en otros lugares vecinos) se asemeja perfectamente a una curiosa variedad descrita en puerto Deseado i sólo ocasionalmente se presenta en la gran formacion de conglomerado porfídico de Chile; 4.° un estrato delgado de toba volcánica endurecida blanco, verdoso, fusible i que contiene cristales quebrados i partículas de pórfido; 5.° una gran masa, imperfectamente columnar dividida en tres estratos paralelos i estrechamente unidos de pórfido arcilloso, color crema; 6.° un grueso estrato de pórfido color lila, que pude ver se halla cubierto por otro lecho de una variedad color crema. No me fué posible examinar las partes restantes i superiores del escarpe (1). Estos pórfidos

(1) Casi opuesto a este escarpe hai otro que se corresponde, cuyos estratos buzan no al punto opuesto exacto, o SO. sino al SSO. consiguientemente los dos escarpes se inclinan uno hacia el otro i algunas millas al S. se hallan unidos; esta forma de elevacion no la he visto en otra parte.

concordantemente estratificados, aunque ninguno es vesicular o amigdaloide, han fluido evidentemente a manera de lavas submarinas; algunos de ellos se hallan separados unos de otros por fajas de toba endurecida que, sin embargo, son enteramente insignificantes en espesor comparadas con los pórfidos. Esta pila total se asemeja, aunque no mui estrechamente, a alguna de las partes ménos brechoideas de la gran formacion de conglomerado porfídico de Chile; pero no pertenece probablemente a la misma edad, pues los pórfidos descansan aquí discordantemente sobre la pizarra arcillosa felspática alterada, siendo que la formacion de conglomerado porfídico alterna con ella i descansa concordantemente sobre ella. Estos pórfidos, sin embargo, con escepcion del estrato negrusco i del lecho blanco, tobáceo, endurecido, se diferencian de los lechos que componen el cordon de Uspallata, en la línea del paso de Villavicencio.

Daré ahora, primero, un bosquejo de la estructura del cordon, como se presenta en la seccion, i en seguida describiré su composicion e interesante historia. Al pié occidental, un cerro (N) se levanta sobre el llano, i sus estratos que buzan 70° al O., dan frente a los estratos (O) inclinados 45° al E., formando así un pequeño eje anticlinal de N. a S. Algunos otros pequeños cerros de composicion semejante, i estratos mui inclinados, corren del NE. al SO. oblicuamente a la línea principal de Uspallata. La causa de estas dislocaciones, que aunque en pequeña escala, han sido violentas i complicadas, se encuentra en algunos cerros de pórfidos, color lila, purpúreos i rojos, que han sido inyectados en un estado pastoso a traves de la formacion de pizarra arcillosa subyacente.

Varios dikes se veian en este lugar, pero no los encontré en ningun otro punto que me fuese posible examinar en este cordon. Como los estratos constan de rocas negras, blancas, verdosas i pardo oscuras, i como los pórfidos eruptivos son mui matizados o pintados, se ofrece a la vista la mas estraordinaria perspectiva, semejando un trazado o dibujo jeolójico iluminado.

En la vertiente occidental principal, lijeramente inclinada

sobre el pequeño cordon anticlinal que acaba de mencionarse, los estratos buzan bajo un ángulo promediado de 25° al O.; siendo la inclinacion en algunos lugares sólo de 19°, en unos pocos otros de 45°. Las masas que ofrecen estas diferentes inclinaciones, se hallan separadas unas de otras por fallas verticales paralelas (como se ve en P. a.) que dan lugar con frecuencia a separados cordones paralelos, uniclinales.

La cima del cordon principal es ancha i ondulada con la estratificacion sinuosa e irregular; en algunos puntos se elevan al traves masas graníticas i porfídicas (Q) las cuales por el pequeño efecto que han producido localmente en los estratos, forman probablemente los puntos superiores de una gran cúpula subyacente i regular. Estos puntos graníticos denudados deben tener cerca de 9,000 piés (1) de altura sobre el mar. En la vertiente oriental, los estratos en las partes superiores se hallan regularmente inclinados cerca de 25° al E. de manera que la cima de esta cadena, despreciando pequeñas irregularidades, forma un ancho eje anticlinal. Mas abajo, sin embargo, cerca de los Hornillos (R) hai un eje sinclinal bien marcado, mas allá del cual los estratos se hallan inclinados bajo un ángulo casi igual, es decir, de 20 a 30° hácia el interior o hácia el O. Debido a la suma de denudacion que esta cadena ha sufrido, el contorno del flanco oriental lijeramente inclinado, apénas ofrece la mas lijera indicacion de este eje sinclinal. Los lechos estratificados que hemos seguido a traves del cordon, un poco mas abajo, se ven descansar, creo que discordantemente, sobre una ancha faja montañosa de pizarra arcillosa i grauwacka. Los estratos y láminas de esta última formacion, en el estremo del flanco oriental, son jeneralmente casi verticales; un poco mas al interior están inclinados desde 45 a 80° al O. Cerca de Villavicencio (S) hai indudablemente un eje anticlinal, pero la estructura de esta parte esterior de la formacion de pizarra arcillosa, es tan oscura que no me fué posible determinar los planos de estratificacion en la seccion.

(1) Segun Miers la altura de Villavicencio es de 5,328 piés sobre el m.

En la marjen de las pampas, algunos bajos contrafuertes, mui dislocados, de esta misma formacion, se proyectan en una línea NE. en la misma forma oblicua que los cordones al pié de la vertiente occidental, caso mui frecuente con respecto a los de la base de la cordillera principal.

Describiré ahora la naturaleza de los lechos, empezando por la base en el lado oriental. Primeramente, por la formacion de pizarra arcillosa: la pizarra es jeneralmente dura i azuleja, con las láminas cubiertas por pequeñas escamas micáceas; alterna muchas veces con una grauwacka de grano grueso, verdosa, que contiene fragmentos redondeados de cuarzo i pedazos de pizarra en una base lijeramente calcá rea. La pizarra en la parte mas superior se hace jeneral· mente purpurina i el crucero tan irregular que el todo se compone de meras astillas.

Venas trasversales de cuarzo son numerosas. En la Calo· ra, algunas leguas distante, hai una caliza oscura, cristalina, que indudablemente pertenece a esta formacion. Con la diferencia de que la grauwacka es aquí mas abundante i la pizarra arcillosa ménos alterada, esta formacion se asemeja estrechamente a la que discordantemente se halla debajo de los pórfidos en el pié occidental de este mismo cordon; e igualmente a la que alterna con el conglomerado porfídico en la cordillera principal. Esta formacion es mui considerable i se estiende varias leguas al S. hasta cerca de Mendoza: las montañas que constituye se levantan a una altura de cerca de 2,000 piés sobre el borde de las Pampas o cerca de 7,000 piés sobre el mar.

En segundo lugar: el lecho mas comun sobre la pizarra arcillosa es un conglomerado basto, blanco, lijeramente calcáreo, de no gran espesor, que encierra cristales quebrados de felspato, granos de cuarzo, i numerosos guijarros de un pórfido arcilloso brechoídeo, pero sin ninguno de la pizarra arcillosa subyacente. No me fué posible constatar en ninguna parte la juncion actual entre este lecho i la pizarra arcillosa, aunque gasté un dia entero en tratar de descubrir sus relaciones. En algunos lugares vi distintamente el aglome-

rado blanco sobre el cual yacian algunos lechos superpuestos e inclinados de 25 a 30º al O., i en el fondo de la misma montaña, la pizarra arcillosa i grauwacka inclinaban hácia el mismo punto, pero a un ángulo de 70 a 80º. En un caso, la pizarra arcillosa buzaba no solamente bajo un ángulo diferente sino hácia un punto diferente que la formacion superyacente. En estos casos, las dos formaciones se presentan sin duda enteramente discordantes. Ademas, encontré en la pizarra arcillosa una gran grieta vertical, a manera de dike, llena de una toba volcánica blanquecina, endurecida, enteramente semejante a alguno de los lechos superiores que se van a describir; i esto probaria que la pizarra arcillosa debe haberse consolidado i dislocado ántes de su deposicion. Por otra parte, la estratificacion de la pizarra i la grauwacka (1) en algunos casos desaparecia gradual i enteramente, al aproximarse al conglomerado blanco superpuesto; en otras ocasiones la estratificacion de las dos formaciones se hacia completamente concordante; i todavia en otros casos habia pizarra arcillosa bien caracterizada que descansaba sobre el conglomerado. La conclusion mas probable parece ser que despues que la formacion de la pizarra arcillosa fué dislocada i solevantada i hallándose todavia bajo el mar, una nueva i mas reciente deposicion de pizarra arcillosa tuvo lugar, sobre la cual el conglomerado blanco fué depositado concordantemente, con delgados lechos de pizarra arcillosa intercalados. En este caso, el conglomerado blanco, las tobas i lavas que van a describirse, se hallan realmente en discordancia con la parte principal de la pizarra arcillosa i éste como hemos visto es el caso ciertamente con respecto a las

---

(1) La estructura basta i mecánica de muchas grauwackas me ha parecido siempre una dificultad; porque la textura de la pizarra arcillosa asociada i la naturaleza de los restos orgánicos encerrados, donde se han hallado, indican que el todo ha sido un depósito ácueo profundo. De donde se han derivado los fragmentos angulares de pizarra arcillosa que encierra muchas veces i las masas redondeadas de cuarzo i otras rocas. Muchas calizas de aguas profundas, es bien sabido, han sido compuestas de fragmentos o brechas i despues firmemente recementadas.

lavas arcillosas del valle de Cañota en la base occidental i opuesta del cordon.

3.º Sobre el conglomerado blanco, se hallan superpuestos varios estratos de algunas centenas de piés de espesor, los cuales varían mucho de naturaleza en cortas distancias; la variedad mas comun es una toba volcánica blanca, mui endurecida, a veces lijeramente calcárea, con manchas ferrujinosas i líneas de agua, que pasa a menudo a areniscas de grano fino, compactas, blanquecinas o purpurinas; otras variedades se hacen semi porcelánicas i se tiñen de un verde o azul débil, otras pasan a una arcilla laminada endurecida; muchas de estas variedades son fácilmente fusibles.

4.º Un lecho, cerca de 100 piés de espesor, de una lava felspática, gris-claro, en parte columnar i compacta, manchada de fierro, que contiene cristales mui numerosos de felspato opaco i diseminada una sustancia calcárea cristalizada. El estrato tobáceo, sobre el que descansa esta lava felspática, se halla mui endurecido, tiene un color de púrpura i una estructura esférico-concrecionaria; contiene aquí muchos guijarros de pórfido arcilloso;

5.º Delgados lechos, 4000 piés de espesor, que varían mucho de naturaleza i constan de tobas volcánicas blancas i ferrujinosas, en algunas partes con una estructura esférico-concrecionaria i en otras conteniendo granos redondeados i unos pocos guijarros de cuarzo; pasan igualmente a areniscas duras i a lodos endurecidos verdosos; existe tambien en abundancia una roca semi-porcelánica verde i gris azulada;

6.º Un estrato volcánico, 250 piés de espesor, de naturaleza tan variada que creí que una relacion de las muestras no daria una idea de las variedades; las hai mui amigaloides i mui compactas; grisos, purpurinas, negruscas, verdosas, que encierran raramente cristales de aujita verde i otros pequeños cristales aciculares de felspato i con frecuencia cristales i masas amigdaloides de carbonato de cal blanco, rojo o negro. Algunas de las variedades negruscas tienen una fractura concoídea i se asemejan al basalto; otras, una

fractura irregular. Algunas de las variedades gris i purpurinas contienen ocres verdes, i carbonato de cal blanco i cristalino en pecas; otras son mui amigdaloides con este mismo ocre i espato calcáreo. Así mismo, otras variedades térreas de tintas verdosas, purpurinas i gris, contienen mucho fierro i son casi mitad compuestas de nódulos amigdaloides de bole pardo-oscuro, de una sustancia blanquisca, felspática, endurecida, de ocre de un verde intenso, de ágata i de carbonato de cal cristalizado negro i blanco. Todas estas variedades son fácilmente fusibles. Vista de alguna disdistancia era mui distinta la línea de juncion con los estratos subyacentes, semi-porcelánicos, pero examinada de cerca, era imposible indicar en el espacio de un pié dónde la lava terminaba i dónde empezaba la masa sedimentaria; la roca al tiempo de la juncion era dura en muchas partes, de un color verde intenso i abundaba en irregulares masas amigdaloides de espato calcáreo ferrujinoso puro i de ágata;

7.° Estratos de 80 piés de espesor, de varias tobas volcá nicas: endurecidas, como anteriormente; muchas de las variedades tienen una base menuda que encierra partículas estrañas i mas o ménos bastas; algunas de ellas son compactas i semi-porcelánicas e incluyen impresiones vejetales.

8.° Un lecho de cerca de 50 piés de espesor de lava felspática compacta, de un gris verdoso, con numerosos cristales pequeños de felspato opaco, aujita negra i óxido de hierro. La juncion con el lecho sobre el que descansa, se hallaba mal definida; algunos nódulos i masas de la roca felspática hallándose encerrados en un espeso banco de toba volcánica alterada.

9.° Tobas volcánicas endurecidas, como anteriormente;

10. Un lecho concordante, de ménos de 2 piés de espesor, de retinita o piedra pez, jeneralmente brechoidea i que se halla atravesada por venas de ágata i carbonato de cal: parte compuesta de fragmentos concrecionarios de una variedad mas perfecta, dispuestos en líneas horizontales en otra variedad ménos perfectamente caracterizada. Me resisto mucho

a creer que estas delgadas capas de resinita fluyeran a manera de lavas;

11. Lechos sedimentarios i tobáceos como los anteriores, que pasan a areniscas i encierran un conglomerado: los guijarros de este último son de pórfido arcilloso, bien redondeados i algunos tan grandes como pelotas de criket;

12. Un lecho de lava felspática compacta i sonora, semejante al número 8, dividido por numerosas junturas en grandes bloques angulares;

13. Lechos sedimentarios, cómo los anteriores; i

14. Un grueso lecho de basalto compacto, verdoso o gris oscuro (que se funde en un esmalte negro) con pequeños cristales, no siempre distinguibles, de felspato i aujita: la junción con el lecho sedimentario subyacente, era aquí mui distinta, como no sucede con la mayor parte de las corrientes anteriores; la lava i la materia tobácea conservaban sus caractéres distintos dentro de dos pulgadas una de otra. Esta roca se asemeja estrechamente a algunas partes de la corriente de lava número 6 tan singular i variada; se asemeja igualmente, como veremos en seguida, a muchos de los grandes lechos superiores del flanco occidental i de la cima de este cordon.

La pila de estratos que acaban de describirse, alcanza a un gran espesor; i sobre el último estrato volcánico mencionado, hai varios otros grandes lechos tobáceos que alternan con lavas submarinas, los cuales no tuve tiempo de examinar; pero una serie correspondiente, que tiene varios miles de piés de espesor, puede verse mui bien en la cresta i flanco occidental del cordon. Muchas de las corrientes lávicas del flanco occidental son de un color negro de azabache i de naturaleza basáltica; son compactas i de grano fino, incluyendo pequeños cristales de aujita i felspato; de grano grueso, abundantes en cristales mas bien grandes, pardo de cobre, de un mineral aujítico, mui fusible fácilmente en un glóbulo negro de azabache, que es atraído por el iman: no me fué posible medir los cristales por el estado de deslustre en que se encuentran.

Otra variedad era de un color rojo oscuro, con una base ar-

cillosa brechoidea que encierra pecas de óxido de hierro i de espato calcáreo i amigdaloide con ocres o tierras verdes: habia igualmente varias otras variedades. Estas lavas submarinas exhiben a menudo una estructura esferoidal i a veces imperfectamente columnar; sus junciones superiores se hallan mucho mas claramente definidas que sus inferiores; pero estas últimas no se hallan tan íntimamente relacionadas con los lechos sedimentarios subyacentes como en el flanco oriental. En el occidental i en la cima del cordon, las corrientes tomadas en su totalidad, son principalmente basálticas; miéntras que las del lado oriental, que están mas abajo en la serie, son, como hemos visto, en su mayoría felspáticas.

Los estratos sedimentarios que alternan con las lavas en la cima i lado occidental, son de una naturaleza casi infinitamente variada; pero en su mayor parte se asemejan estrechamente a aquellos ya descritos en el flanco oriental; hai tobas blancas i morenas, endurecidas i fácilmente fusibles, algunas que pasan a rocas semi-porcelánicas, verdes i azuladas; otras a areniscas i asperones castañas o rojizas, incluyendo a menudo granos de cuarzo; otros a lodos o arcillas endurecidas que contienen cristales rotos i partículas de rocas i a veces algunos grandes guijarros.

Habia un estrato de una arenisca volcánica, basta, de un rojo subido; otro de un conglomerado; otro de arcilla laminada negra, endurecida, carbonosa, marcada con imperfectas impresiones vejetales; este último lecho, que era delgado, descansaba sobre una lava submarina i seguia todas las considerables desigualdades de su superficie superior. Mr. Miers afirma que se ha encontrado carbon en este cordon.

Por último, habia un lecho, (igual al núm. 10 del flanco oriental) evidentemente de oríjen sedimentario i notable por parecerse estrechamente en carácter a una resinita imperfecta i por incluir capas estremadamente delgadas de resinita perfecta, así como nódulos i fragmentos irregulares (que no parecian fragmentos estraños) de esta misma roca dis-

puestos en líneas horizontales: creo que este lecho, que tiene sólo unos pocos piés de espesor, debe haber adquirido su estructura actual por la accion metamórfica i concrecionaria.

Muchos de estos estratos sedimentarios se hallan mui endurecidos i no dudo que han sido parcialmente metamorfoseados: en su mayor parte son estraordinariamente pesados i compactos; otros tienen ágata i carbonato de cal cristalino diseminado en su masa. Algunos de los lechos exhiben una disposicion singular, concrecionaria, hallándose determinadas sus curvas por las líneas de agrietamiento.

Hai muchas venas de ágata i espato calcáreo e innumerables otras de hierro i otros metales que han ennegrecido i afectado curiosamente los estratos hasta considerables distancias a ámbos lados.

Muchos de estos lechos tobáceos se asemejan, con la escepcion de que se hallan mucho mas endurecidos, a los lechos superiores de la gran formacion terciaria patagónica, especialmente a los de variados colores del rio Santa Cruz i en un grado notable a la formacion tobácea del estremo N. de Chiloé. I tanto me llamó la atencion esta semejanza que no dudé encontraria madera silicatada i la encontré efectivamente en las siguientes estraordinarias circunstancias. Sobre el flanco occidental (1) a una altura que calculé en 7,000 piés sobre el mar, en un escarpe de estratos delgados, compuesto de una arenisca verde compacta o asperon que pasa a una arcilla o lodo fino i alterna con capas de arcilla o lodo mas grueso, algo moreno i mui pesado, que incluye cristales quebrados i partículas de rocas, mezclados

---

(1) Para conocimiento de los viajeros que deseen visitar este lugar, lo describiré en detalle. Siguiendo hácia el E. desde el Agua del Zorro i en seguida dejando al lado N. del camino un rancho de unas antiguas minas de oro, se pasa por una angostura o quebradita de rocas bajas, pero abruptas, a ámbos lados: el camino entónces dobla i el ascenso se hace mas difícil. Unos pocos cientos de yardas mas adelante, a un tiro de piedra al lado S. del camino, se ven los troncos calcáreos blancos. El lugar se halla mas o ménos una media milla al E. del Agua del Zorro.

en parte íntimamente, conté los troncos de cincuenta i dos árboles. Se hallaban colocados en posicion vertical, elevándose de 2 a 5 piés sobre el terreno, o mas bien dirijidos perpendicularmente al plano de estratificacion de las capas que se hallaban aquí inclinadas bajo un ángulo de cerca de 25° al O. Once de estos árboles se hallaban silicatados i bien conservados; Mr. Brown ha tenido la bondad de examinar secciones preparadas de estos troncos i dice son coníferas, participando de los caracteres de la tribu Araucaria, con algunos puntos curiosos de afinidad con el jénero taxus de la familia de los pinos. La corteza debe haberse hallado circularmente dividida en líneas irregulares alrededor de los troncos porque la arcilla o lodo que los cubre se halla así totalmente marcada. Uno de los moldes constaba de caliza arcillosa oscura, i cuarenta de ellos, de carbonato de cal no bien cristalizado con cavidades tapizadas con cristales de cuarzo. Estas últimas columnas blancas, calcáreas, no conservan ninguna estructura esterna, pero su forma esterior indica suficientemente su orijen. Todos los troncos tienen casi el mismo diámetro, variando desde 1 pié hasta 18 pulgadas; algunos de ellos se hallan entre sí a 1 yarda de distancia, i todos se encuentran agrupados dentro de un espacio de cerca de 60 yardas de ancho, con algunos pocos diseminados alrededor, a una distancia de 150 yardas. Todos se hallan a un nivel casi igual. El tronco mas largo sobresalia 7 piés sobre la capa de cieno; las raices, si se conservan todavía, se hallan enterradas i ocultas. Ninguno de los lechos o capas lodosas presentaba colores mas oscuros que las demas, como si hubiese formado anteriormente el suelo i esto no ha debido esperarse, porque los mismos ajentes que reemplazazaron con sílice i cal la madera de los árboles, habria naturalmente removido toda la materia vejetal del suelo. Ademas de los cincuenta i dos árboles verticales, habia unos pocos fragmentos, semejantes a ramas quebradas, horizontalmente enterradas. Los estratos circundantes se hallan cruzados por venas de carbonato de cal, ágata i óxido de

hierro; i una pobre veta de oro ha sido trabajada no léjos de los árboles.

Los lechos de lodo verde i pardo que contienen los árboles, se hallan concordantemente cubiertos por tobas mui endurecidas, compactas, blancas o ferrujinosas, que pasan por arriba a una roca sedimentaria purpúrea, de grano fino: estos estratos, que juntos tienen de 400 a 500 piés de espesor, descansan sobre un grueso lecho de lava submarina i se hallan concordantemente cubiertos por otra gran masa de basalto (1) de grano fino, que calculé en 1000 piés de espesor, que probablemente ha sido formada por mas de una corriente.

Sobre esta masa pude distinguir claramente cinco bancos concordantes, cada uno de varios cientos de piés de espesor, de rocas estratificadas sedimentarias i lavas, como las que han sido ya descritas. Ciertamente los árboles verticales fueron enterrados bajo muchos miles de piés de espesor de terrenos acumulados debajo del mar.

Desde la época en que los árboles crecieron sobre un suelo emerjido, ¡qué enorme suma de hundimiento se ha producido! No obstante, si no hubiese sido por los árboles no habria sido posible conjeturar que estos estratos se hubiesen sumerjido. Como el suelo, sin embargo, en que los árboles crecieron se halla formado de depósitos sub-ácueos, de un espesor casi igual al de los estratos superyacentes, i como estos depósitos se hallan regularmente estratificados i son de grano fino, lo que no sucede con los depósitos litorales, se sigue que debe haber tenido lugar igualmente un movimiento previo de elevacion, ayudado sin duda por la gran acumulacion de lavas i sedimento (2).

(1) Esta roca es enteramente negra i se funde en un glóbulo negro atraido fuertemente por el iman; se quiebra con fractura concoidea; los cristales incluidos de aujita son distinguibles a la simple vista, pero no bastante perféctos para ser medidos; hai muchos pequeños cristales aciculares de felspato vidrioso.

(2) Al principio imajiné que los estratos con los árboles pueden haberse acumulado en un lago, pero esto parece mui improbable, porque un lago mui profundo era necesario para recibir la gran masa que se halla debajo de los árboles, en seguida vendria el desecamiento de este lago para el crecimien-

En casi la mitad del cordon hai algunos cerros (Q) ántes enunciados, formados de una especie de granito que esteriormente se asemeja a la andesita i consta de una base felspática blanca, imperfectamente granular, que incluye algunos perfectos cristales aparentemente de albita (no me fué posible medirlos) mucha mica negra, epidota en venas i mui poco o nada de cuarzo. Esta roca envia numerosas venas pequeñas a los estratos circundantes; i es un hecho singular que estas venas, aunque compuestas de la misma especie de felspato i pequeñas escamas de mica de la roca sólida, abundan en innumerables granos de cuarzo pequeños *redondeados*. En las venas o dikes tambien, que se desprenden del gran eje granítico en la península de Tres Montes, observé que el cuarzo era mas abundante en ellos que en la roca principal: he oido de otros casos análogos. ¿Se puede esplicar este hecho por la prolongada proximidad del cuarzo al enfriarse i por haber sido así mas fácil de aspirar por las grietas que los otros minerales constituyentes del granito? Los estratos que cubren los flancos de estas masas graníticas o andesíticas i que forman un grueso coronamiento en una de

---

to de estos árboles i nuevamente su reconstitucion hasta hacerse mui profundo para poder recibir la acumulacion subsiguiente de depósitos de *varios miles* de piés de espesor.

I todo esto debe haber tenido lugar necesariamente ántes de la formacion del cordon de Uspallata i por consiguiente en la márjen de la gran área nivelada de las Pampas. De ahí que concluya que es infinitamente mas probable que los estratos fuesen acumulados debajo del mar: la vasta suma de denudacion, sin embargo, que este cordon ha sufrido, como lo demuestran los anchos valles, la esposicion de los verdaderos árboles i otras circunstancias, sólo ha podido efectuarse, a mi juicio, por la prolongada accion del mar i esto demuestra que el cordon fué solevantado del seno del océano o subsiguientemente sumerjido.

Por la manera natural en que los troncos (52 en número) se hallan *agrupados en conjunto* i porque todos se hallan colocados verticalmente a los estratos, es superfluo discutir sobre la probabilidad de que los árboles hayan podido ser arrastrados o llevados de la tierra adyacente i depositados verticalmente: debo con todo mencionar que Mr. Malcolanson me aseguró que una vez halló en el Océano Indico a 50 millas de tierra, varios cocoteros en posicion vertical debido a que sus raices se hallaban lastradas con tierra.

sus cimas, aparecen haber sido orijinariamente de la misma naturaleza tobácea que los lechos ya descritos, pero se hallan ahora trasformados en rocas cristalinas porcelánicas i jaspoides i en otros de un color blanco, textura áspera i aspecto silicoso, aunque son realmente de una naturaleza felspática i fusible. Las masas graníticas eruptivas i los estratos envolventes se hallan penetrados por innumerables filones metálicos, en su mayor parte ferrujinosos i auríferos, pero algunos con piritas de cobre i un poco de plata. Cerca de las vetas, las rocas se hallan ennegrecidas como si hubiesen sido hendidas por tiros o quemadas con pólvora. Los estratos han sido solo lijeramente dislocados, junto i alrededor de estos cerros, por lo que sin duda debe inferirse que las masas graníticas forman sólo los puntos emerjentes de un eje ancho, continuo o cúpula granítica que ha dado a las partes superiores de este cordon su estructura anticlinal.

Conclusiones sobre el cordon de Uspallata.—No intentaré calcular el espesor total de la pila de estratos que forman este cordon, pero debe ascender a muchos miles de piés. Los lechos sedimentarios i tobáceos tienen en donde quiera una semejanza jeneral, aunque con infinitas variaciones. Las lavas submarinas en las partes inferiores de las series son en su mayor parte felspáticas, miéntras en la parte superior, la cima i el flanco occidental, lo son principalmente basálticas. Esto nos hace recordar la posesion relativa en los distritos volcánicos mas recientes de las lavas traquíticas i basálticas, las últimas por su mayor peso habiendo penetrado hasta un nivel inferior en la corteza de la tierra han sido emitidas consiguientemente en un período posterior sobre las lavas mas lijeras i superiores de las series traquíticas. Las dos corrientes submarinas; basáltica i felspática, son mui compactas; ninguna es vesicular i sólo unas pocas amigdaloides: los efectos que algunas de ellas, especialmente las inferiores en las series, han producido en los lechos tobáceos sobre los cuales han fluido, son mui curiosos. Independientemente de esta accion local, metamórfica, todos los estratos indudablemente presentan un carácter endurecido i alterado; i todas

las rocas de este cordon—las lavas, los sedimentos alternantes, el granito inyectado, los pórfidos, i la pizarra arcillosa subyacente—se hallan atravesadas por filones metalíferos. Los estratos lávicos pueden verse a menudo que se estienden por grandes distancias, concordantemente con los lechos subyacentes i superpuestos, i es patente que aumentan de espesor hácia el O. De ahí que los puntos de erupcion deben haberse hallado situados hácia el O. del cordon actual, en la direccion de la cordillera principal: sin embargo, como los flancos de la cordillera se hallan enteramente compuestos de pórfidos variados, principalmente arcillosos i dioríticos, algunos eruptivos i otros pertenecientes a la formacion del conglomerado porfídico, pero todos enteramente diferentes de estas corrientes lávicas submarinas, debemos con toda probabilidad referirnos al llano de Uspallata para ubicar los puntos de erupcion, actualmente mui ocultos.

Comparando nuestra seccion del cordon de Uspallata con la de la cumbre, vemos, con escepcion de la pizarra arcillosa subyacente i quizas de las rocas inyectadas de los ejes, una asombrosa desigualdad en los estratos que las forman. La gran formacion de conglomerado porfídico no se estiende hasta este cordon; ni tenemos aquí ninguno de los estratos yesosos, las calizas magnesíferas i otras, las areniscas rojas, los lechos silicosos con guijarros de cuarzo i comparativamente sólo mui pocos conglomerados, todos los cuales forman las masas inmensas apoyadas sobre las series basales de la cordillera principal. Por otra parte, en la cordillera no encontramos aquellas variedades sin fin de tobas endurecidas con sus numerosas venas i estructura concrecionaria i aquellos asperones o areniscas volcánicas, lodos pétreos i rocas singulares semi-porcelánicas, tan abundantes en el cordon de Uspallata.

Las lavàs sub-marinas, tambien, difieren considerablemente, las corrientes felspáticas de la cordillera contienen mucha mica, que se halla ausente en las del cordon de Uspallata. En este último cordon hemos vistos en qué enorme escala la lava balsática ha sido derramada, de la que no hay ni

vestijios en la cordillera. Esta diversidad es lo mas asombrosa, considerando que estas dos cadenas paralelas se hallan separadas por un llano que tiene sólo de 10 a 15 millas de ancho; i que las lavas de Uspallata, así como no lo dudo los lechos tobáceos alternantes, han procedido del O. de puntos ubicados sin duda entre los dos cordones. Imajinar que estas dos pilas de estratos hubiesen sido depositadas contemporáneamente en dos áreas submarinas mui próximas i profundas separadas por un cordon elevado, donde ahora se estiende un llano, seria una hipótesis gratuita. I si hubiesen sido depositadas contemporáneamente sin ningun cordon divisorio semejante, seguramente algunos de los lechos yesosos i otras materias sedimentarias que forman inmensas masas en la cordillera, se habrian estendido en tan corta distancia hácia el E.; i seguramente algunas de las tobas i basaltos de Uspallata, tambien acumulados en tan grande espesor, se habrian estendido un poco al O. De ahí porqué concluyo que es mucho mas probable que estas dos séries no son contemporáneas; sino que los estratos de una de las cadenas fueron depositados i aun la cadena misma solevantada ántes de la formacion de la otra. ¿Cuál de las dos cadenas, entónces, es más antigua? Considerando que en el cordon de Uspallata los estratos mas inferiores en el flanco occidental descansan discordantemente sobre la pizarra arcillosa, como probablemente acontece con los del flanco oriental, miéntras que en la cordillera todos los estratos superyacentes descansan concordantemente sobre esta formacion; considerando que en el cordon de Uspallata algunos de los lechos ya arriba o abajo de las series, se hallan marcados con impresiones vejetales, demostrando la existencia continua de tierra próxima; considerando la estrecha semejanza jeneral que existe entre los depósitos de este cordon i los de orijen terciario de varias partes del continente, i últimamente considerando todavia la menor altura i posicion esterior del cordon de Uspallata, opino que los estratos que lo componen son con toda probabilidad de orijen subsiguiente, i que fueron acumulados en un período cuando un mar

profundo, sembrado de volcanes submarinos, barria la base oriental de la entónces parcialmente elevada cordillera.

Esta conclusion es de mucha importancia, porque hemos visto que en la cordillera, durante la deposicion de los estratos *neocomios*, el lecho del mar debe haberse hundido muchos miles de piés; sabemos ahora que en un período último, un área adyacente recibió primeramente una gran acumulacion de estratos que fueron solevantados i formaron el suelo sobre el cual crecieron los árboles coníferos i que esta área se hundió entónces varios miles de piés para recibir los estratos submarinos superyacentes, que fueron en seguida dislocados, denudados, i elevados en masa hasta su altura actual. Insisto en esta conclusion de que aquí se han producido dos grandes períodos distintos de hundimiento, reflexionando sobre la gruesa masa de conglomerado basto i estratificado del valle de Tenuyan, entre las líneas de Piuquénes i Portillo; porque la acumulacion de esta masa me parece, como lo he notado préviamente, que ha requerido necesariamente un hundimiento prolongado; hundimiento que en vista de que los guijarros del conglomerado, se han derivado en gran parte de los estratos yesosos o neocomios de la línea de Piuquénes debe haber sido enteramente distinto i subsiguiente a aquel movimiento de inmersion que probablemente acompañó la deposicion de los estratos de Piuquénes i que ciertamente acompañó la deposicion de los lechos equivalentes, cerca del puente del Inca, en esta línea de seccion.

La cadena de Uspallata corresponde en posicion jeográfica, aunque en una pequeña escala, a la linea del Portillo; i su formacion de pizarra arcillosa es probablemente la equivalente de la mica-esquisto del Portillo, ahí metamorfoseada por el antiguo granito blanco i las sienitas. Los lechos matizados de debajo del conglomerado del valle de Tenuyan, del cual se encuentran vestijios en la cima del Portillo i aun el conglomerado mismo, son quizas sincrónicos con los lechos tobáceos i lavas submarinas del cordon de Uspallata; un gran océano, la accion volcánica en el último caso i un canal confinado entre dos cadenas limítrofes de islotes, en el caso

anterior, son suficientes para esplicar la desigualdad mineralójica de las dos series.

Por esta correspondencia entre los cordones de Uspallata i el Portillo, quizas en edad i ciertamente en posicion jeográfica, podriase talvez considerar uno de los cordones como la prolongacion del otro; pero sus ejes son formados de rocas eruptivas totalmente diferentes, i hemos constatado la aparente continuacion del granito rojo del Portillo en los pórfidos rojos diverjentes de la cordillera principal. Si el eje del cordon de Uspallata fué inyectado ántes o, como quizas es mas probable, despues de la línea del Portillo, no pretendo decidirlo; pero se debe recordar que las corrientes lávicas mui inclinadas del flanco oriental de la línea del Portillo prueban que su solevantamiento angular no fué un acontecimiento único i repentino i por consiguiente que la elevacion anticlinal del cordon de Uspallata, puede haber sido contemporánea con algunos de los últimos movimientos angulares por los cuales el jigantesco Portillo ganó su altura presente sobre el llano adyacente.





CAPITULO VIII

Chile Norte.—Conclusion

I. *Seccion de Illapel hasta Combarbalá; formacion yesosa Valparaiso a Coquimbo.*—He descrito ya la naturaleza *jeneral* de las rocas del distrito o parte baja al N. de Valparaiso, que se compone de granitos, sienitas, dioritas i pizarras arcillosas, felspáticas, alteradas. Cerca de Coquimbo es abundante una roca hornbléndica i varios pórfidos de colores oscuros. Describiré sólo una seccion de este distrito, esto es, desde cerca de Illapel en una linea NE. hasta las minas de los Hornos i de ahí en una direccion N. 10° E. hasta Combarbalá, al pié de la cordillera principal.

Cerca de Illapel, despues de haber cruzado algun espacio sobre granito, andesita i pórfido andesitico, se encuentra una roca felspática, estratificada, verdosa, que creo es pizarra arcillosa alterada, sobre la cual descansan concordantemente algunos bancos de pórfidos i conglomerados porfidicos de gran espesor, que buzan bajo un ángulo promediado de 20° al NE. 10° N. Los lechos superiores constan de conglomerados i areniscas, lijeramente metamorfoseados, i concordan-

temente cubiertos por una formacion yesosa de mui grande espesor, que se halla mui denudada. Esta formacion yesosa, donde se le encuentra primeramente es en un ancho valle o cuenca, un poco al S. de las minas de los Hornos: la mitad inferior sólo contiene yeso, no en grandes masas como en la cordillera, sino en innumerables capas delgadas, nunca de mas de 1 pulgada o 2 de espesor. El yeso es opaco o trasparente i se halla asociado con carbonato de cal. Las capas alternan con otras numerosas i variadas de una arcilla laminada calcárea o marga (de fuerte olor aluminoso, que se pega a la lengua, fácilmente fusible en un vidrio verde pálido) mas o ménos endurecida, terrosa i de color crema o verdosa i dura. Las variedades mas duras tienen una fractura compacta, homojénea, casi cristalina i contienen gránulos de óxido de hierro cristalizado. Algunas variedades se asemejan parcialmente a piedras de amolar o novaculitas. Hai tambien una pizarra arcillosa, algo oscura, mui poco fusible, silíceo-calcárea, semejante a algunas de las variedades que alternan con yeso en el cordon de Piuquénes. La mitad superior de esta formacion yesosa es principalmente formada de la misma roca laminada margosa o arcillosa, pero sin yeso i variando estremadamente de naturaleza: pasa de un estado blando, basto, terroso i ferrujinoso, que incluye partículas de cuarzo, a arcillas compactas con óxido de hierro cristalizado—a capas porcelánicas que alternan con láminas de materia calcárea i a jaspe porcelánico, verde, escesivamente duro, pero fácilmente fusible. Estratos de esta naturaleza alternan con bancos de una pizarra negra o morena, silíceo-calcárea, notable por el número asombroso de grandes pedazos de madera silicificada que encierra. Esta madera es conífera, segun Mr. R. Brown, a juzgar por varios ejemplares. Algunas de las capas de la pizarra arcillosa silicosa negra, contenian fragmentos irregulares angulares de imperfecta resinita o piedra pez que creo, lo mismo que en el cordon de Uspallata, ha tenido su orijen en un proceso metamórfico. Habia un lecho de naturaleza tobácea, margosa i de poca gravedad específica. Venas de ágata i espato

calcáreo son numerosas. Toda esta formacion yesosa, especialmente la mitad superior, ha sido penetrada, metamorfoseada, i localmente trastornada por numerosos cerros de pórfidos eruptivos que se hallan agrupados de una manera estraordinaria. Estos cerros constan de pórfidos arcillosos, purpúreos i varios otros i abundantes en diorita felspática, blanca que pasa a andesita. Esta última variedad presentaba en un caso cristales unidos de ortoclasia i albita, i otros de hornblenda, clorita i epidota. Los estratos que rodean estos cerros eruptivos en las minas de Los Hornos, se hallan atravesados por muchas venas de piritas de cobre, asociadas con abundante mineral de hierro micáceo i algo de oro; en la vecindad de estas venas las rocas se hallan ennegrecidas i mui alteradas. El yeso cerca de estas masas eruptivas es siempre opaco. Uno de estos cerros de pórfidos se hallaba coronado por un conglomerado estratificado porfídico, que debe haber sido llevado de abajo, a traves de la inmensa masa de la formacion yesosa superyacente. Los lechos inferiores de la formacion yesosa se asemejan a los estratos correspondientes i probablemente contemporáneos de la cordillera principal; miéntras que los lechos superiores, en varios respectos, se asemejan a los de la cadena de Uspallata i es posible que puedan ser contemporáneos con ellos; pues he tratado de demostrar que los lechos de Uspallata fueron acumulados subsiguientemente a las formaciones yesosas o neocomias de la cordillera.

Esta pila de estratos buzan bajo un ángulo de cerca de 20° al NE. 10° N. junto al pié de la cuesta de los Hornos que es un cordon encorvado formado por rocas eruptivas de la misma naturaleza que los cerros que acabamos de describir. Sólo en uno o dos lugares de este lado SO. del cordon, observé una estrecha franja de los estratos yesosos superiores, denudada e inclinada al SE. de él. En su flanco NE. i en algunas de las cimas el conglomerado porfídico estratificado se halla inclinado al NE.; de manera que si no tomamos en cuenta la franja mui estrecha anticlinal de estratos yesosos de su pié SE., este cordon forma un segundo eje uniclinal de

elevacion. Siguiendo en una direccion N. 10° E. hasta la ciudad de Combarbalá, llegamos a un tercer escarpe del conglomerado porfídico, que buza hácia el E. i forma el cordon esterior de la cordillera principal. Los lechos inferiores son aquí mas jaspoides que de ordinario i encierran algunos estratos blancos, córneos i areniscas rojas, que alternan con pórfidos arcillosos purpúreos. Mas arriba se encuentra una línea de rocas andesíticas; i mas allá todavia un cuarto escare de conglomerado porfídico, que buza así mismo al E. o al interior. Los estratos yesosos superyacentes, si alguna vez han existido aquí, han sido enteramente removidos.

Minas de cobre de Panulcillo.—De Combarbalá a Coquimbo hice el trayecto siguiendo una direccion irregular, cruzando i volviendo a cruzar el conglomerado porfídico i encontrando en los distritos graníticos un número estraordinario de masas de montañas, compuestas de varias rocas porfídicas eruptivas, muchas de ellas andesíticas. Una variedad comun era de un negro verdoso con grandes cristales de albita negruzca. Merece mencionarse en Panulcillo, por la naturaleza mui singular de los estratos casi verticales que lo componen, un cordon corto que corre de NNO. a SSE., con un núcleo formado de diorita i de un pórfido color de pizarra, que encierra cristales de felspato vidrioso. Estos estratos constan principalmente de una mezcla granular, mas o ménos fina, no mui compacta, de carbonato de cal blanco, de protóxido de hierro i de granates amarillentos, (segun el prof. Miller) cada grano constituyendo un cristal casi perfecto. Algunas de las variedades constan esclusivamente de gránulos de espato calcáreo; i otras contienen granos de un mineral de cobre, i segun creo, de cuarzo. Estos estratos alternan con una roca felspática, azuleja, compacta i fusible. La mezcla granular citada presenta en su mayor parte tambien una estructura seudo-brechoídea, en la cual los fragmentos se hallan oscuramente dispuestos en planos paralelos a los de la estratificacion. Estos fragmentos son angulares o redondeados, pequeños o grandes i constan de materia felspática compacta, azuleja o rojiza, en la cual pueden verse a veces unos pocos

cristales aciculares de felspato. Los fragmentos se mezclan a menudo en sus bordes con la masa granular circundante i parecen debidos a una especie de accion concrecionaria.

Estas rocas singulares se hallan atravesadas por muchas venas de cobre i descansan concordantemente sobre una mezcla granular (en partes de grano tan fino como una arenisca) de cuarzo, mica, hornblenda i felspato; la cual descansa sobre gneiss comun, de grano fino, que descansa a su vez sobre una masa laminada, compuesta de felspato orto clásico, rosado, que contiene unos pocos cristales de hornblenda i, por fin, esta última, sobre el granito, que en union de rocas andesíticas, forma el distrito circunvecino.

Coquimbo.—Distrito Minero de Arqueros.— En Coquimbo la formacion del conglomerado porfídico se aproxima mas al Pacífico que en ninguna otra parte de Chile de las que visité, hallándose separada de la costa por un espacio de unas pocas millas de ancho solamente, compuesto de las rocas plutónicas ordinarias, con la adicion de un pórfico que tiene una base eurítica roja. Siguiendo hácia las minas de Arqueros, los estratos de conglomerado porfídico se hallan al principio casi horizontales, circunstancia nada comun; i despues buzan lijeramente al SSE. Despues de haber ascendido a una altura considerable, llegamos a un distrito ondulado en el cual se hallan situadas las famosas minas de plata; mi exámen se concretó esclusivamente a las de Santa Rosa. Muchas de las rocas de este distrito son estratificadas i buzan en varias direcciones. La mayor parte son de una naturaleza tan singular que a riesgo de parecer cansado, las describiré brevemente. La variedad mas comun es un piedra finamente brechoídea, compacta, de un rojo oscuro, que contiene mucho hierro e innumerables partículas blancas cristalizadas de carbonato de cal i pequeños fragmentos estraños. Hai otra varidad, cerca de Santa Rosa, casi tan comun como la anterior; tiene un color verde intenso, base escasa, e incluye cristales distintos i manchas de carbonato de cal blanco i granos de óxido de hierro rojo, semi-micáceo; en partes la base toma un verde sombrío i adquiere una disposicion cristalina oscura, i en partes se hace

blanda i lijeramente trasluciente, semejante a esteatita. Estas rocas rojas i verdes son con frecuencia mui distintas i a menudo pasan una a otra; el tránsito se efectúa tomando la masa una estructura finamente brechoídea, mezclándose partículas de la sustancia roja i verde. Algunas de las variedades se hacen gradualmence porfídicas con felspato; i todas ellas son fácilmente fusibles en glóbulos incoloros o de colores oscuros, fuertemente atraidos por el iman. Habria equivocado sin duda varias de estas rocas estratificadas con lavas submarinas, semejantes a algunas delas descritas en el Puente del Inca, si no hubiese examinado, unas pocas leguas al E. de este punto, una hermosa serie de lechos sedimentatarios análogos, pero ménos metamorfoseados, pertenecientes a la formacion yesosa i probablemente derivadosde una fuente volcánica.

Esta formacion se halla atravesada por numerosas venas metalíferas, que corren aunque ir regularmente, de NO. a SE. formando jeneralmente ángulos rectos con muchos diques. Las venas constan de plata nativa, de cloruro de plata, i de una amalgama de plata, cobalto, antimonio i arsénico (segun Domeyko) con criadero jeneralmente de sulfato de barita. Mr. Lambert me aseguró que el cobre nativo sin rastro de plata ha sido encontrado en la misma vena con plata nativa sin mezcla de cobre. En las minas de Aristeas, las venas de plata, segun dicen, se hacen improductivas tan pronto como pasan a los estratos verdes, a pesar de que en Santa Rosa, sólo 2 o 3 millas de distancia sucede lo contrario, i en la época de mi visita los mineros trabajaban a traves de un estrato rojo, con la esperanza de que la vena se hiciese productiva en la masa sedimentaria verde subyacente. Tengo un especimen de una de estas rocas verdes con los granos comunes de espato blanco calcáreo i óxido rojo de hierro, cubierta de partículas diseminadas de plata nativa brillante i cloruro de plata i que fué estraido sin embargo a una yarda de distancia, de una de las vetas, circunstancia que se me aseguró es mui rara.

Seccion oriental.—Valle de Coquimbo.—Despues de pasar

unas pocas millas sobre la serie granítica de la costa, encontramos el conglomerado porfídico con sus caracteres comunes i algunos de sus lechos que demuestran distintamente su orijen mecánico.

Los estratos se hallan, desde luego, lijeramente inclinados, pero cerca de la hacienda de Puclaro, encontramos un eje anticlinal, cuyos lechos se hallan mui dislocados i solevantados por una gran falla, de la cual ni la menor huella se ve esteriormente en el contorno del cerro. Creo que este eje anticlinal puede seguirse hácia el N. en el distrito de Arqueros, donde parece hallarse un cerro notable en una línea de elevacion, llamado cerro Blanco, formado de una roca eurítica, áspera, color crema, que encierra unos pocos cristales de felspato rojizo i asociada con algun pórfido arcilloso purpurino. Descendiendo del distrito de Arqueros, crucé en la orilla N. del valle algunos estratos inclinados hácia el E. del eje de Plucaro. Sobre el conglomerado porfídico descansaba aquí una masa, algunos cientos de piés de espesor, de caliza arcillosa morena, en partes cristalina, i en partes casi compuesta de Hippurites Chilensis, d'Orbig.; sobre esta viene una arcilla laminada, calcárea, negra, i sobre ésta un conglomerado rojo. En la caliza parda, con los Hippurites, habia una impresion de un Pecten i un coral i gran número de una Gryphaea grande, mui semejante, i segun el profesor Forbes, probablemente idéntica con la G. Orientalis, Forbes M. S., especie cretácea (probablemente de la arenisca verde superior) de Verdachellum, en la India Sur. Estos fósiles parecen ocupar casi la misma posision que los del puente del Inca, es decir, en la cima del conglomerado porfídico i en la base de la formacion yesosa.

Un poco mas al S. de la hacienda de Plucaro, hice un desvío en el lado N. del valle, para examinar los estratos yesosos superyacentes, que estimé en 6,000 piés de espesor. Los lechos mas superiores del conglomerado porfídico, sobre el cual los estratos descansan concordantemente, son de colores variados. Habia un estrato mui singular i hermoso compuesto de guijarros purpúreos de varias especies de pórfido, embutidos

en un espato blanco calcáreo que incluia cavidades, cubiertas con epidota cristalizada de un verde vivo. La serie total de estratos pertenecientes a ámbas formaciones, se halla inclinada aparentemente desde el eje de Pluclaro, ya mencionado, bajo un ángulo de entre 20 i 30°, al E. Daré aquí una seccion de los lechos principales encontrados al cruzar el espesor total de los estratos yesosos:

1.° Sobre la formacion de conglomerado porfídico, hai una arenisca cristalina, roja, de grano fino;

2.° Roca arcillosa laminada, de bastante espesor, calcáreo-aluminosa, de grano liso, a menudo marcada con manganeso dendrítico i que tiene el aspecto esterior, donde se halla mas compacta, de una piedra de asentar. Es fácilmente fusible. La designaré en adelante con el nombre de seudo novaculita o piedra de asentar. Algunas de las variedades son enteramente negras, cuando recien quebradas, pero todas se convierten al aire en una sustancia terrosa, blanda, color amarillo, de ceniza, precisamente como acontece con las rocas compactas del cordon de Piuquénes. Este estrato es de la misma naturaleza jeneral que muchos de los lechos de cerca de los Hornos, en la seccion de Illapel. En este segundo lecho, o en la arenisca roja subyacente (porque la superficie se hallaba parcialmente oculta por el detritus) habia una gruesa masa de yeso, que ofrecia los mismos caracteres mineralójicos de los grandes lechos descritos en nuestras secciones a traves de la cordillera;

3.° Un espeso estrato de una sustancia sedimentaria, roja, de grano fino, fácilmente fusible en un vidrio blanco, semejante a la base del pórfido arcilloso; pero en parte jaspoide, en parte brechoídea e incluyendo pecas cristalinas de carbonato de cal. En algunas de estas capas jaspoides i en algunas de las fajas pizarrosas, silicosas, negras, habia lechos irregulares de resinita imperfecta, indudablemente de orijen metamórfico i capas de caliza cristalina parda o negrusca. Habia tambien masas que se asemejaban esteriormente a madera silicatada mal conservada.

4.º i 5.º Seudo-novaculita calcárea, i un espeso estrato oculto por el detritus;

6.º Una masa finamente estratificada de una piedra calcáreoarcillosa de grano liso, compacta, de un verde intenso, fácilmente fusible i que emite un fuerte olor aluminoso; presenta en su totalidad una estructura mui angulosa-concrecionaria; i se asemeja, hasta cierto punto, a algunos de los depósitos superiores, tobáceos, formados de infusorios, de la formacion terciaria patagónica. Se halla relacionada, por su naturaleza, con la variedad que hemos llamado seudo-novaculita e incluye bien caracterizadas capas de esa variedad; i de otra variedad brechoídea mas dura, de un verde claro, i todavia otras, de una sustancia sedimentaria roja, semejante a la del lecho 3.º Algunos guijarros de pórfidos se hallan incluidos en la parte superior;

7.º Una sustancia roja sedimentaria o arenisca, semejante a la del lecho 1.º, de varios cientos de piés de espesor, e incluyendo capas jaspoides, que ofrecen a menudo una estructura finamente brechoídea;

8.º Toba blanca volcánica, mui endurecida, casi cristalina, de varios cientos de piés de espesor, incluyendo granos redondeados de cuarzo i partículas de materia verde, semejante a la del lecho 6.º En partes pasa a una piedra semiporcelánica, de un verde pálido;

9.º Conglomerado basto rojo o bruno, de 300 o 400 piés de espesor, formado principalmente de guijarros de pórfido, con partículas volcánicas, en una base arenosa, no calcárea, fusible; los 2 piés superiores son arenosos, sin ningun guijarro; i

10. El último estrato superior que aquí se ve, es un pórfido compacto, color de pizarra, con numerosos cristales alargados de felspato vidrioso, 150 a 200 piés de espesor; descansa mui concordantemente sobre el conglomerado subyacente i es indudablemente una lava submarina.

Esta gran serie de estratos ha sido desconcertada en varios lugares por cerros eruptivos de pórfido arcilloso, purpúreo i por dikes de diorita porfídica. Aquí segun, se dice, se han descubierto unas pocas venas metalíferas pobres. Por su fu-

sibilidad i aspecto jeneral los estratos de grano mas fino deben probablemente su orijen (como los lechos análogos del cordon de Uspallata i de las formaciones terciarias superes de la Patagonia) a erupciones volcánicas tranquilas i i al rozamiento de las rocas volcánicas. Comparando estos lechos con los del distrito minero de Arqueros, vemos en ámbos lugares rocas fácilmente fusibles de los mismos colores; el verde vivo peculiar i el rojo, i ambas tienen sustancia calcárea; ofrecen con frecuencia una estructura brechochoídea finamente, i pasan una a otra o alternan juntamente: Esto manifiesta que la única diferencia entre ámbas formaciones consiste en que los lechos de Arqueros han sido mas metamorfoseados (en conformidad con su condicion mas dislocada e inyectada) i consiguientemente en que la sustancia calcárea, óxido de hierro i materia verde colorante se hallan segregadas bajo una forma mas cristalina.

Los estratos se hallan inclinados, como se ha dicho, de 20 a 30° al E. hácia una cadena irregular que corre de N. a S. de pórfido andesítico i de diorita porfídica, donde se hallan interrumpidos abruptamente. En el valle de Coquimbo cerca de la hacienda de Gualliguaca se encuentran algunas rocas plutónicas análogas, sin duda una prolongacion S. de la cadena anterior; i al E. de ella tenemos un escarpe del conglomerado porfídico, con los estratos inclinados hácia el E. bajo un ángulo pequeño, el cual forma el tercer escarpe, comprendiendo el mas cerca de la costa. Siguiendo sobre el valle, llegamos a otra línea N. a S. de granito, andesita i pórfido negruzco, que parece enco trarse en una cuenca irregular del conglomerado porfídico. Así mismo en el lado S. del rio Claro, habia algunos cerros graníticos irregulares, que han solevantado los estratos de conglomerado porfídico hácia el NO. 10° O. pero la estratificacion se halla aquí mui trastornada. No seguiré mas adelante sobre el valle haciendo notar que este punto está cerca de los $^2/_3$ de la distancia entre el Pacífico i la Cordillera principal.

Describiré sólo una otra seccion, a saber, al N. del rio Claro que es interesante por contener fósiles. Los estratos

se hallan mui dislocados por fallas i dikes e inclinados al N. hácia una montaña de andesita i pórfido, con la cual llegan a confundirse. A medida que los lechos se aproximan a esta montaña, su inclinacion aumenta hasta esceder de un ángulo de 70° i en la parte superior, las rocas se presentan mui metamorfoseadas. El lecho visible mas inferior en esta seccion es una arenisca dura purpurina; 2.° un lecho, de 200 a 300 piés de espesor, de una arenisca silicosa blanca, con un cemento cálcareo, incluyendo capas delgadas de arenisca pizarrosa i de una caliza dura pardo-amarillenta (dolomítica?). Esta arenisca encierra numerosos i bien redondeados, pequeños guijarros de cuarzo; 3.° una caliza de color oscuro con algunos guijarros de cuarzo, de 50 a 60 piés de espesor, que contiene numerosas conchas petrificadas, que se enumerarán en seguida; 4.° arenisca jaspoide calcárea, mui compacta que pasa a 5.° un gran lecho de varios cientos de piés de espesor, de un conglomerado compuesto de guijarros de pórfido blanco, rojo i purpúreo i de arenisca i cuarzo, cemetados por sustancia calcárea. Observé que algunas de las partes mas finas de este conglomerado se hallaban mui endurecidas en un espacio de 1 pié, a partir de un dike de 8 piés de ancho i habian adquirido un color mas pálido, presentándose la materia calcárea segregada en partículas blancas cristalizadas; algunas partes estaban teñidas de verde por la materia colorante del dike; 6.° una gruesa masa, oscuramente estratificada, de una piedra roja, sedimentaria o arenisca, llena de materia calcárea cristalina, imperfectos cristales de óxido de hierro i al parecer de felspato que se asemejan estrechamente a alguno de los lechos mui metamorfoseados de Arqueros; este lecho se halla cubierto i pasa en su parte superior a rocas similarmente matizadas, que contienen materia calcárea i abundan en pequeños cristales de albita rojiza en su mayor parte alargados i vidriosos; 6.° un estrato concordante de un pórfido rojizo, con grandes cristales de felpato (albítico ?); probablemente una lava submarina; 8.° otro lecho concordante de pórfido verde, con pecas de ocre verde i cristales de felspato color crema. Creo que hai otros

estratos cristalinos superyacentes i lavas submarinas, pero no tuve tiempo de examinarlos.

Los lechos superiores de esta seccion corresponden probablemente con partes de la gran formacion yesosa; i los inferiores de arenisca roja, conglomerados i caliza fosilífera no dudo son los equivalentes del estrato de Hippurites, que vimos al descender de Arqueros a Pluclaro, que ahí descansan concordantemente sobre la formacion de conglomerado porfídico. Los fósiles encontrados en el lecho 3.°, son:

Pecten Dufreynoyi, D'Orbig.

Esta especie, que ocurre aquí en gran número, segun M. d'Orbigny, se asemeja a ciertas formas cretáceas.

Ostrea hemispherica, d'Orbig.

Tambien se asemeja, segun el mismo autor, a formas cretáceas.

Terebratula aenigma, d'Orbig.

Es una forma relacionada, segun M. d'Orbig, con la T. Concinna del Forest Marble (1). Una serie de estas especies, colectadas en varias localidades que se describirán, han sido presentadas al profesor E. Forbes quien me dice que muchsa de las muestras son casi indistinguibles de nuestra oolítica T. Tetraedra i sus variedades son análogas a las que se encuentran en esta especie variable. Jeneralmente hablando, los ejemplares americanos de la T. aenigma pueden distinguirse de la T. tetraedra británica en que en aquéllas las costillas superficiales son agudas i en el pico bien definidas, miéntras que en la especie británica se hacen obliteradas i lisas; pero esta diferencia no es constante. El profesor Forbes agrega que es posible que existan caracteres internos que puedan diferenciar las especies americanas de sus conjéneres europeas.

Spirifer linguiferoides, E. Forbes.

El profesor Forbes dice que esta especie se halla mui próxima a la S. linguifera de Phillips (fósil de la caliza car-

---

(1) Mármol de monte: Grande Oolita; terreno jurásico. Caliza arcillosa, mui rica en fósiles, cuya denominacion inglesa se conserva en la ciencia.

bonifera) pero es probablemente distinta. M. d'Orbigny la considera talvez como representante del período jurásico.

Imperfectas impresiones de Ammonites.

M. Domeyko ha enviado a Francia una coleccion de fósiles, que creo por la descripcion que las acompaña que deben haber provenido de los alrededores de Arqueros; constan de

Pecten Dufreynoyi, d'Orbig.

Ostrea hemispherica, id.

Turritella Andii id (Pleurotomaria Humboldtii de von Buch.)

Hippurites chilensis, id.

Los ejemplares de este Hippurites, así como los recojidos en mi descenso de Arqueros, son mui imperfectos; pero en la opinion de M. d'Orbigny se asemejan, como lo hace la Turritella Andii, a formas cretáceas. (Arenisca Verde Superior.)

Nautilus Domeykus, d'Orbig.

Terebratula aenigma, id.

Terebratula ignaciana id.

Esta última especie fué hallada por M. Domeyko en el mismo trozo de caliza con la T. aenigma. Segun M. d'Orbigny, es análoga a la T. Ornithocephala del Lias.

Una coleccion de esta especie, reunida en Huasco, ha sido examinada por el profesor E. Forbes i asevera que es difícil distinguir entre algunos de los ejemplares i la T. hastata de la caliza de Montaña; i que es i gualmente difícil trazar una línea entre ellas i algunas Terebratulas del Marlstone. Sin un conocimiento de la estructura interna, es imposible actualmente decidir sobre su identidad con las formas análogas europeas.

Las observaciones que acaban de esponerse sobre las conchas antedichas, demuestran que segun la opinion de M. d'Orbigny, el Pecten, Ostrea, Turritella e Hippurites indican el período cretáceo; i la Gryphaea parece al profesor Forbes que es idéntica con una especie que se halla asociada en la India Sur con formas cretáceas incuestionables. Por otra parte, las dos Terebratulas i el Spirifer indican, segun

M. d'Orbigny i el profesor Forbes, la serie oolítica. Así se esplica que M. d'Orbigny, no habiendo examinado por sí mismo esta rejion, ha opinado que la constituian dos formaciones distintas; pero el Spirifer i la T. aenigma se hallaban asociados ciertamente en el mismo lecho de que los estraje con el Pecten i la Ostrea; i el jeólogo M. Domeyko me remitió las dos Terebratulas con las otras conchas nombradas de la misma localidad, sin especificar que ellas provinieran de distintos lechos. Ademas, como veremos luego, en una coleccion de conchas procedentes del Huasco, las mismas especies i otras que presentan análogas diferencias se hallan asociadas i en la misma condicion; i últimamente, en tres lugares en el valle de Copiapó, encontré algunas de estas mismas especies agrupadas de una manera análoga. Por lo que no puede dudarse, aunque el hecho sea mui singular, que estos varios fósiles, es decir, el Hippurites, Gryphaea, Ostrea, Pecten, Turritella, Nautilus, dos Terebratulas i Spirifer, todas pertenecen a una misma formacion que constituiria un tránsito entre el sistema oolítico i el cretáceo de Europa. Aunque el nombre parezca estraño, llamaré a esta formacion cretáceo-oolítica. Comparando las secciones de este valle de Coquimbo con las de la cordillera, descritas en el último capítulo, i teniendo presente el carácter de los lechos en el distrito intermedio de los Hornos, hai ciertamente una estrecha semejanza minerolójica jeneral entre ellos, ya con respecto al conglomerado porfídico subyacente, ya a la formacion yesosa superspuesta. Teniendo presente esta semejanza i que los fósiles del Puente del Inca en la base de la formacion yesosa, i al traves de la mayor parte del espesor total del cordon de Piuquénes, indican el período neocomio, esto es la aurora del sistema cretáceo, o como algunos han creido, un tránsito entre este último i la serie oolítica; no debe dudarse, sin duda, que los lechos yesosos i sus asociados, con respecto a las secciones ya descritas, pertenecen a la misma gran formacion, que he denominado cretáceo-oolítica. Debo agregar, ántes de dejar a Coquimbo, que M. Gay encontró en la cordillera próxima a la altura de 14,000 piés sobre el mar, una

formacion fosilifera, que contenia una Trigonia i una Pholadomya, (1) jéneros ámbos que se hallan en el Puente del Inca.

Coquimbo a Huasco.—Las rocas cerca de la costa i algo mas al interior, no se diferencian de las descritas al N. de Valparaiso: tenemos mucha diorita, sienita, pizarra felspática i jaspoide i grauwackas de una base arcillosa endurecida. Hai grandes espacios de granito, en el cual los minerales constituyentes se hallan a veces dispuestos en *hojas*, formando así un gneiss imperfecto. Hai dos grandes distritos de mica-esquisto, que pasan a pizarra arcillosa lustrosa i se ase mejan a la gran formacion del archipiélago de los Chonos. En el valle del Huasco, i como a 2 leguas al E. de la ciudad de Vallenar se encuentra desde luego un escarpe del conglomerado porfídico, i he obtenido de una gran formacion yesosa de la cordillera una coleccion de conchas. Estas conchas se hallan todas en la misma condicion i parecen haber provenido del mismo lecho; constan de

Turritella Andii, d'Orbig.

Pecten Dufreynoyi, id.

Terebratula ignaciana, id.

Las relaciones de estas especies han sido dadas bajo el rubro de Coquimbo.

Terebratula aenigma, d'Orbigny.

Esta concha no la considera M. d'Orbigny idéntica a su *T. aenigma*, pero próxima a la *T. obselata.* El profesor Forbes piensa que es ciertamente una variedad de la *T. aenigma*: encontraremos esta variedad otra vez en Copiapó.

Spirifer chilensis, E. Forbes.

El profesor Forbes observa que este fósil se asemeja a varios spirifers de la caliza carbonífera i que se halla tambien relacionado con algunas especies liásicas, como el S. Walcotii.

Si estas conchas hubiesen sido examinadas separadamente de las otras colecciones, habrian sido consideradas probablemente como oolíticas, en vista de los caracteres de las dos

---

(1) D'Orbigny. «Voyage» Parte jeo'ójica.

Terebratulas i del Spirifer; pero considerando que la primera especie i segun el profesor Forbes, las cuatro primeras son idéndicas con las de Coquimbo, no puede dudarse que las dos formaciones son una misma, que puede denominarse, como he dicho, provisoriamente cretáceo-oolítica.

Valle de Copiapó.—La jornada del Huasco a Copiapó, debido a la naturaleza desierta del pais, fué necesariamente tan monótoma, que no encuentro nada digno de referirse. En el valle de Copiapó hai algunas secciones mui interesantes.

Desde el mar hasta la ciudad de Copiapó, una distancia calculada en 30 millas, las montañas se hallan compuestas de diorita, granito, andesita i pórfido negrusco, junto con algunas masas felspáticas de un verde oscuro, que creo son pizarra arcillosa alterada; estas montañas se hallan cruzadas por numerosos dikes de colores castaños o pardos que corren de N. a S. Sobre la ciudad, el valle principal corre en una direccion SE. i aun mas hácia el S. a medida que se aproxima a la cordillera, donde se divide en tres grandes quebradas, de las cuales, por la mas al N., la de Jorquera, penetré en una corta distancia. La seccion fig. 3, lámina V, da una idea o bosquejo de la estructura i composicion de las montañas en ámbos lados de este valle: una línea recta de E. a O., desde la ciudad hasta la cordillera, no escederá quizas de 30 millas, pero siguiendo el valle la distancia es mucho mayor. Aunque el valle dobla mui hácia el S., he tratado de reducir la seccion a sus verdaderas proporciones. Este valle, debo agregar, asciende mucho mas gradualmente que ningun otro de los que he visto en Chile.

Empecemos con nuestra seccion: A una corta distancia sobre la ciudad, tenemos cerros de la serie granítica, junto con algunos de la roca (A) que creo es pizarra arcillosa alterada, pero que el profesor G. Rose, juzgando por muestras colectadas por Meyen en Punta Negra, dice es serpentina que pasa a diorita. Llegamos en seguida repentinamente a la gran formacion yesosa (B) sin haber pasado ántes sobre ningun estrato del conglomerado porfídico, caso que no se ha presentado en las secciones anteriores. Los estratos se

hallan horizontales o lijeramente inclinados al O. i en seguida mui inclinados en varias direcciones i replegados por la accion de masas subyacentes de rocas eruptivas, i por último, buzan regularmente hácia el E. i forman una línea de cerros que corre sensiblemente de N. a S. Esta formacion consta de delgados estratos, con innumerables alternaciones de una pizarra negra, calcárea, de rocas calcáreo-aluminosas, semejantes a las de Coquimbo, que he llamado seudonovaculitas o piedras de asentar; de lechos verdes jaspoides i de trípoli blando, calcáreo, purpúreo-claro, que incluye láminas i venas de yeso. Estos estratos se hallan concordantemente cubiertos por una gran masa de caliza, finamente estrafificada, compacta, que incluye cristales de carbonato de cal. En el pueblo denominado Tierra Amarilla, al pié de una montaña así constituida, habia una ancha vena o mas bien estrato de una curiosa mezcla cristalizada, compuesta, segun el profesor G. Rose, de sulfato de hierro bajo dos formas i de sulfato de cobre i alúmina: la seccion es tan oscura, que no me fué posible determinar si esta vena o estrato se hallaba en la formacion yesosa o, como es mas probable, en alguna de las masas subyacentes (A) que creo son pizarra arcillosa alterada.

Segundo eje de elevacion.—Despues de las masas yesosas (B) llegamos a una línea de cerros de pórfidos inestratificados (C) que en el lado E se confunden o pasan a estratos, de gran espesor, de conglomerado porfídico, que buzan hácia el E. Esta última formacion, sin embargo, no se halla aquí tan metamorfoseada como en la mayor parte de la rejion central de Chile; consta de lechos de un verdadero pórfido arcilloso, purpúreo, que alterna repetidamente con espesos bancos de conglomerado de un rojo violado, con guijarros grandes i bien redondeados de varios pórfidos;

Tercer eje de elevacion.—Cerca de la quebrada de Los Hornitos, hai una línea de elevacion bien marcada, que se estiende por muchas millas en una direccion NNE. a SSO., cuyos estratos buzan en su mayor parte (como en el 2.º eje) en una misma direccion, es decir, hácia el E. bajo un ángulo pro-

mediado de 30 a 40°. Próxima a la boca del valle, hai con todo como se ve en la seccion, una montaña abrupta i alta (D) compuesta de varios pórfidos eruptivos verdes i pardos; envuelta por estratos aparentemente pertenecientes a las partes superiores del conglomerado porfídico i que buzan hácia el E. i al O.

Describiré esta seccion vista del lado E. de esta montaña (D) empezando por la base con el lecho mas inferior visible del englomerado porfídico i siguiendo hácia arriba a traves de la formacion yesosa. El lecho consta de pórfido rojizo o bruno, que varía de carácter i es en muchas partes amigdaloide con carbonato de cal i bole pardo o de un verde intenso. La superficie superior se halla claramente definida, pero la inferior es en muchas partes indistinta i hácia la cima de la montaña (D) se confunde con los pórfidos eruptivos.

El lecho 2.° es una roca de un lila-pálido, dura pero liviana, lijeramente laminada, que encierra fragmentos pequeños estraños i cristales perfectos e imperfectos de felspato; 150 a 200 piés de espesor. Examinada *in situ* pensé que era ciertamente un verdadero pórfido, pero mis ejemplares me hacen creer ahora que es posible sea toba volcánica metamorfoseada. Por su color puede seguirse a una larga distancia en una parte sobre el pórfido del lecho 1.° en estratificacion concordante i en otra no distante, sobre una espesa masa de conglomerado, compuesto de guijarros de un pórfido mui parecido al del lecho número 1. Este hecho demuestra cómo variaba de naturaleza anteriormente el fondo del mar en cortas distancias horizontales. El lecho 3.° es una toba volcánica blanca mui endurecida que contiene pequeños guijarros, cristales quebrados i hojillas de mica; varía mucho en espesor. Este lecho es notable por contener muchos fragmentos globulares o en forma de pera, desde el tamaño de una manzana hasta el de la cabeza de un hombre, de un pórfido color de pizarra, mui tenaz, con imperfectos cristales de felspato: en la forma estos esferoides se diferencian de los guijarros i *creo que son bombas volcánicas sub-*

ácueas, las cuales difieren de las *bombas* subaéreas sólo en que no son vesiculares. El lecho 4.°, un conglomerado duro, de un rojo violado oscuro, con partículas cristalizadas i venas de carbonato de cal, de 300 a 400 piés de espesor. Los guijarros son de pórfido arcilloso de muchas variedades; aproximadamente bien redondeados i de varios tamaños, que varian desde una manzana grande hasta la cabeza de un hombre. Este lecho encierra tres capas de una roca accidentalmente pizarrosa, calcárea, negra i basta: la parte superior pasa a una arenisca roja compacta.

En una formacion tan variable en naturaleza mineralójica, es indiscutible que toda division que no se funde en la existencia de restos fósiles, debe ser mui arbitraria: sin embargo, los lechos que se hallan debajo del último conglomerado pueden considerarse de acuerdo con todas las secciones ya descritas como pertenecientes al conglomerado porfídico, i aquellos que descansan sobre él a la formacion yesosa, marcada (E) en la seccion.

Los lechos que siguen pueden verse en el valle en las inmediaciones de Potrero Seco. Lecho 5.°, arcilla amorfa o lodo endurecido, no calcáreo, compacto, de grano fino, gris verdoso-pálido, fácilmente fusible en un vidrio verde claro o blanco. Lecho 6.°, arenisca dura, de grano grueso, purpurina, con cristales quebrados de felspato i partículas cristalizadas de carbonato de cal; posee una estructura lijeramente nodular. Lecho 7.°, arcilla amorfa o lodo calcáreo, mui endurecido, gris-negrusco, con estrañas partículas de tamaño desigual, en su totalidad parcialmente brechoídeo. En esta masa hai un estrato de 20 piés de espesor de yeso impuro. Lecho 8.°, un lodo verdoso con varias capas de yeso. Lecho 9.° una toba volcánica blanca, fácilmente fusible, mui endurecida; manchada con una sustancia ferrujinosa e incluyendo algunas capas blancas, semi-porcelánicas, que se hallan entrelazadas por venas ferrujinosas. Esta piedra se asemeja mucho a alguna de las variedades mas comunes de la cadena de Uspallata. Lecho 10, un grueso lecho de lodo endurecido o toba volcánica de un verde inten-

so, con una estructura concrecionaria nodular tan desarrollada que toda la masa consta de concreciones o núcleos. No intentaré calcular el espesor de los estratos de la formacion yesosa que acaba de describirse, pero debe ser ciertamente de muchos cientos de piés. Lecho 11, tiene por lo ménos 800 piés de espesor: consta de capas delgadas de tobas volcánicas endurecidas, blanquiscas, verdosas, o mas comunmente brunas, de grano fino, que se agrietan en fragmentos angulares; algunas de estas capas son semi-porcelánicas, muchas mui ferrujinosas i algunas compuestas casi totalmente de carbonato de cal i fierro, con cavidades tapizadas por cristales de cuarzo. Lecho 12, lodo o arcilla amorfa mui endurecida, mui compacta color púrpura-oscuro, verdoso o gris-oscuro, su espesor calculado en 1,500 piés; en algunas partes esta roca toma el carácter de una pizarra arcillosa basta, imperfecta; pero vista bajo un lente, se ve que las partículas que componen su base se mezclan en sus bordes. Parte son calcáreas i hai numerosas venas de carbonato de cal mui cristalino, cargado de hierro. La masa tiene una estructura nodular i se halla dividida por unos pocos planos de estratificacion; hai, sin embargo, dos capas, cada una de 18 pulgadas de espesor mas o ménos de una piedra de grano mui fino, color pardo-oscuro, que tiene una fractura concoídea, semi-porcelánica i que puede seguirse con la vista muchas millas.

Creo que este último gran lecho se halla cubierto por capas alternantes similares; pero la seccion se halla aquí mui oscurecida por un levantamiento angular de la próxima cadena porfídica que vamos a describir.

He detallado esta seccion por via únicamente de ilustracion del carácter jeneral de las montañas en esta vecindad, pero no debe suponerse que los estratos conservan por mucho espacio el mismo carácter. A la distancia de sólo 2 o 3 millas, los lodos o arcillas amorfas verdes i los tofos volcánicos blancos endurecidos se hallan reemplazados en gran estension por arenisca roja i rocas arcillo calcáreas negras, laminadas, que alternan mútuamente.

El tofo blanco endurecido, lecho 11, contiene aquí poco o nada de yeso, sin embargo de que en el lado N. i opuesto del valle es de mucho mayor espesor i abunda en capas de yeso, algunas de las cuales alternan con delgados estratos de carbonato de cal cristalino. El lodo duro, de color oscuro, mas superior, lecho 12, es en los alrededores el estrato mas constante. Toda la serie se diferencia considerablemente, con especialidad en la parte superior, de la encontrada (B B) en la parte inferior del valle; sin embargo, no dudo que sean equivalentes.

Cuarto eje de elevacion.—(Valle de Copiapó). Este eje es formado de una cadena de montañas (F) cuyas masas centrales, (cerca de la Punta) constan de andesita que contiene hornblenda verde i mica cobriza i las masas esteriores, de pórfidos verdosos i negros, juntamente con algunos pórfidos arcillosos, color lila; pórfidos que han sido inyectados i hendidos por pequeños conos de andesita. La gran masa central de esta última roca, se halla cubierta en el lado oriental por una pizarra mui micácea; de grano fino, negra, que, juntamente con las montañas de pórfido que la siguen se hallan atravesadas por numerosos diques blancos que emerjen de la andesita, de los cuales algunos se estienden en líneas rectas hasta una distancia de 2 millas por lo ménos. Las montañas de pórfido, al E. del esquisto-micáceo, pronto pero gradualmente, toman (como se ha observado en muchos otros casos) una estructura estratificada i puede entónces reconocerse como una parte de la formacion del conglomerado porfídico. Estos estratos (G) se hallan mui inclinados hácia el SE. i forman una masa de 1,500 a 2,000 piés de espesor. Las masas yesosas del O., ya descritas, buzan directamente hácia este eje, con escepcion de unos pocos estratos (uno de los cuales se halla representado en la seccion). Podemos, pues, considerar este cuarto eje como principalmente uniclinal hácia el SE. i lo mismo que nuestro tercer eje, sólo localmente anticlinal.

Los estratos nombrados de conglomerado porfídico (G) con su buzamiento SE. se hallan interrumpidos abrupta-

mente por lechos de la formacion yesosa (H) que se hallan gradual, pero irregularmente, inclinados al O., de manera que hai aquí un eje sinclinal i una gran falla. Mas arriba del valle, que aquí corre próximamente de N. a S la formacion yesosa se prolonga por alguna distancia; pero la estatificacion es inintelijible, hallándose el todo trastornado por fallas, dikes i vetas metalíferas. Los estratos constan principalmente de areniscas rojas calcáreas, con numerosas venas de yeso, en vez de capas; la arenisca se halla asociada con algunas rocas pizarrosas calcáreas negras i con verdes seudo novaculistas, que pasan a jaspes porcelánicos. Todavia mas arriba, cerca de Amolanas (Y) los estratos yesosos, se hacen mas regulares buzando de 30 a 40° al OSO. i descansando concordantemente, cerca de la boca de la quebrada de Jorquera, sobre los estratos (K) del conglomerado porfídico. La serie total ha sido solevantada por un eje oculto parcialmente (L) de granito, andesita i una mezcla granítica de felspato blanco, cuarzo i óxido de hierro.

Quinto eje de elevacion.—(Valle de Copiapó, cerca de Amolanas). Describiré con algun detalle los hechos (Y) que como he dicho buzan al OSO. bajo un ángulo de 30 a 40°. No me fué posible examinar el conglomerado porfídico subyacente cuyos lechos mas inferiores, como se ven en la boca del Jor, quera, son mui compactos, con crislales de óxido rojo de hierro, i de consiguiente no es dable decidir si son principalmente de oríjen volcánico o metamórfico. Sobre estos lechos descansa un conglomerado, purpurino, basto, mui poco metamorfoseado, compuesto de guijarros de pórfido, pero notable por contener un guijarro de granito; hecho del cual ningun ejemplo se ha presentado en las secciones ya descritas. Sobre este conglomerado hai una roca arcillosa, negra, silícea i sobre ésta, numerosos estratos alternados de pórfidos verdes i purpurinos, oscuros, que pueden considerarse como el límite superior de la formacion del conglomerado porfídico.

Sobre estos pórfidos viene un conglomerado basto i arenoso, la mitad inferior blanca i la superior de un color rojizo,

compuesto principalmente de guijarros de varios pórfidos con algunos de arenisca roja i rocas jaspoides. En alguna de las partes mas arenáceas del conglomerado se veia una laminacion oblicua, circunstancia que no observé en otro lugar. Sobre este conglomerado hai un gran banco de una arenisca silicosa, de amarillo pálido, finamente estratificada que pasa a una cuarcita granular, usada como piedra de amolar (de ahí el nombre de Amolanas) i que pertenece sin dnda a la formacion yesosa, como igualmente los conglomerados subyacentes inmediatos. En esta arenisca amarillenta hai capas de un conglomerado silicoso, de un rojo-claro i blanco; otras con pequeños guijarros bien redondeados de cuarzo blanco, semejante al lecho del rio Claro en Coquimbo; otras de una roca ménos silicosa de grano fino, verdosa, algo semejantes a las de seudo-novaculitas de mas abajo del valle i últimamente otras de una roca arcillosa laminada negra, calcárea. En una de las capas de conglomerado, habia encerrado un fragmento de mica-pizarra del que este es el primer ejemplo; por lo que talvez se han derivado de una formacion de mica-pizarra los numerosos pequeños guijarros de cuarzo que abundan aquí i en Coquimbo. No sólo la arenisca silicosa incluye capas de la roca arcillosa laminada, calcárea, no divisible, finamente estratificada, negra, sino que en un lugar toda la masa, especialmente la parte superior, en una distancia horizontal mui corta, se hallaba reemplazada por ella, despues de alternar repetidamente, llegando a constituir así una masa de montaña de varios miles de piés de espesor. En la roca arcillosa calcárea, negra, sin embargo, se encontraban siempre algunas capas de arenisca silicosa amarillo-pálida del conglomerado rojo i de las variedades seudo-novaculitas i verdosas jaspoides. Igualmente encerraba tres o cuatro capas mui separadas de una caliza parda, que abundaba en las conchas que vamos a describir. Esta serie de estratos se hallaba parcialmente atravesada por muchas venas de yeso. La roca arcillosa calcárea, aunque es negra cuando recien se quiebra, toma al aire un color ceniza. Por esta circunstancia i su aspecto jeneral se asemeja perfectamente a aquellos

grandes lechos fosilíferos del cordon de Piuquénes, que alternan con yeso i arenisca roja i fueron descritos en el capítulo último.

Las conchas estraidas de las capas de la caliza parda que encierra la roca arcillosa laminada calcárea negra, que como se ha dicho, reemplaza a la arenisca blanca silicosa, constan de

Pecten Dufreynoyi, d'Orbig.

Turritella Andii, id.

Astarte Darwinii, E. Forbes.

Gryphaea Darwinii, id.

Una forma intermedia entre la G. gigantea i la G. incurva.

Gryphaea, nueva especie ? id.

Perna Americana, id.

Avicula, nueva especie.

Considerada por M. G. B. Sowerby como la A. echinata i por M. d'Orbigny como una especie nueva i distinta sin duda, que tiene un aspecto jurásico. El ejemplar se ha perdido desgraciadamente.

Terebratula aenigma d'Orbig. (Variedad de id. E. Forbes.)

Esta es la misma variedad que la del Huasco, considerada por M. D'Orbigny como una especie distinta de su T. aenigma i relacionada con la T obsoleta.

Plajiostoma i Amonites, en fragmentos.

Las capas inferiores de la caliza contenian miles de Gryphaea (nueva especie) i sérpulas adheridas a ellas; en todas las capas la Terebratula i fragmentos del Pecten se hallaban encerrados.

Es evidente que las especies han vivido donde ahora se hallan, por la manera en que se encuentran agrupadas. Antes de hacer ninguna observacion posterior, debo manifestar que mucho mas arriba de este mismo valle encontraremos otra vez una asociacion análoga de conchas, i en el gran valle del Despoblado, que arranca del de Copiapó, cerca de la ciudad, el Pecten Dufreynoyi, algunos Gryphites (creo que el G. Darwinii) i la verdadera Terebratula aenigma de D'Orbi-

gny las hallaremos juntas en una formacion equivalente como veremos en seguida.

Debo agregar que obtuve un ejemplar de la verdadera T aenigma en los alrededores de las famosas minas de plata de Chañarcillo, un poco al S. del valle de Copiapó, i estas minas por su posicion, no lo dudo, pertenecen a la gran formacion yesosa: las rocas próximas a una de las vetas de plata, juzgando por los fragmentos que vi, se asemejan a aquellos depósitos metamórficos singulares del distrito minero de Arqueros, cerca de Coquimbo.

El cuadro siguiente reproduce la evidencia de la asociacion de estas conchas en las diversos localidades:

Coquimbo

Pecten Dufreynoyi Ostrea hemispherica Terebratula aenigma Spirifer linguiferoides	En un mismo lecho, rio Claro.
Hippurites Chilensis Cryphaea orientalis	En un mismo lecho, cerca de Arqueros.
Terebratula aenigma » ignaciana	En un mismo trozo de caliza.
Pecten Dufreynoyi Ostrea hemispherica Hippurites Chilensis Turritella Andii Nautilus Domeykus	Coleccionados por M. Domeyko en una misma localidad, indudablemente cerca de Arqueros.

Huasco

Pecten Dufreynoyi Turritella Andii Terebratula ignaciana » aenigma-var. Spirifer Chilensis	De una coleccion de la Cordillera: los ejemplares se hallan todos en una misma condicion.

Copiapó

Pecten Dufreynoyi Turritella Andii Terebratula aenigma, var, como en Huasco Astarte Darwinii Cryphaea Darwinii » nueva especie ? Perna americana Avícula, nueva especie	Mezcladas juntas en lechos alternantes en el valle principal de Copiapó, cerca de Amolanas, e igualmente mas arriba del valle.
Terebratula aenigma (verdadera)	Valle principal de Copiapó aparentemente la misma formacion que Amolanas.
Terebratula aenigma (verdadera) Pecten Dufreynoyi Gryphaea Darwinii ?	En un mismo lecho; valle lateral del Despoblado. quebrada de Maricunga.

En vista de este cuadro, creo que es imposible dudar que todos estos fósiles pertenecen a una misma formacion. Si, con todo, las especies de Amolanas, en el valle de Copiapó hubiesen sido examinadas separadamente como en el caso de las del Huasco, habrian sido probablemente clasificadas como oolíticas; porque aunque no se encontraron Spirfers aquí, todas las demas especies, con escepcion del Pecten, Turritela, i Astarte, tienen un aspecto mas antiguo que las formas cretáceas. Por otra parte, tomando en consideracion la evidencia del carácter cretáceo de estas tres conchas i del Hippurites, Gryphaea Orientalis i Ostrea, de Coquimbo, vemos confirmado el nombre provisional que hemos dado a esta formacion de cretáceo-oolítica. Bajo el punto de vista jeolójico, creo que esta formacion es equivalente a los lechos neocomios de la cordillera central de Chile.

Volvamos a nuestra seccion cerca de Amolanas. Sobre la arenisca silicosa amarilla o la roca pizarra calcárea equivalente, con sus fajas de conchas fósiles, segun una u otra pre-

dominen, hai una serie de estratos, que no pueden tener ménos de 2,000 a 3,000 piés de espesor, en su parte principa· compuestos de un conglomerado rojo vivo-basto, con muchos lechos intercalados de arenisca roja i capas verdes porceláncas silicosas o de otros colores. Los guijarros son bien redondeados i varian desde el tamaño de un huevo hasta el de una pelota de cricket, con algunos mayores; constan principalmente de pórfidos. La base del conglomerado, asi como algunos de lechos delgados alternantes, se hallan formados de una arenisca fácilmente fusible, mas bien áspera, roja, con partículas cristalinas calcáreas. Esta gran serie total es notable por los miles de grandes troncos silicatados que contiene, uno de los cuales tenia 8 piés de largo i otro 18 piés de circunferencia. ¡Cuán maravilloso es el pensar que en tan inmensa masa de madera fósil hasta el mas pequeño vaso se halle convertido en sílice! Traje consigo muchos ejemplares i todos ellos, segun el profesor Mr. R. Brown, ofrecen una estructura conífera.

Sobre este gran conglomerado, tenemos un banco de arenisca de 200 a 300 piés de espesor, i sobre ésta, un estrato de una roca pizarra calcárea, negra, semejante a la que alterna i reemplaza a la arenisca silicosa subyacente, amarillo-claro. Junto a la union entre esta roca pizarra negra superior i la arenisca roja superior, encontré la Gryphaea Darwinii, la Turritella Andii i un gran número de una bivalva, mui imperfecta para reconocerla. Por esto es que puede concluirse, en cuanto la evidencia de estas dos conchas lo atestigua, i la Turritella es una especie eminentemente característica, que esta vasta serie de estratos, en la totalidad de su espesor, pertenece a una misma edad. Todavia sobre la arenisca roja superior, últimamente mencionada habia varios bancos alternados de la roca pizarra negra, calcárea, pero no fué posible llegar hasta ellos. Todos estos estratos superiores, como los inferiores, varian estremadamente de carácter, en cortas distancias horizontales. La formacion yesosa, como se ha visto, tiene aquí una estructura mas basta, mas mecánica, i contiene mucho mas materia silicosa que los lechos

correspondientes de mas abajo del valle. Su espesor total, junto con los lechos superiores del conglomerado porfídico, lo calculé en 8,000 piés a lo ménos i sólo se halla comprendida aquí una pequeña porcion del conglomerado porfídico, que en el flanco oriental del cuarto eje de elevacion, aparecia tener de 1,500 a 2,000 piés espesor. En corroboracion del gran espesor de la formacion yesosa, debo mencionar que en el valle del Despoblado (que arranca del valle principal un poco mas arriba de la ciudad de Copiapó) encontré una serie correspondiente de areniscas rojas i blancas i de arcillas o lodos, semi-jaspoides, calcáreas, oscuras, que se elevan desde una superficie casi nivelada, empinándose hasta una posicion absolutamente vertical, de manera que de paso comprobé que su espesor era casi de 2,700 piés; tomando esto como un punto de comparacion, calculé el espesor de los estratos *sobre* el conglomerado porfídico en 7,000 piés.

Los fósiles, ántes enumerados, de las capas de caliza de la arenisca blanca silicosa, se hallan actualmente cubiertos, segun el mas bajo cómputo, por estratos de 5,000 a 6,000 piés de espesor. El profesor E. Forbes piensa que estas conchas vivieron probablemente a una profundidad como de 30 a 40 brazas, esto es, de 180 a 240 piés, de consiguiente, es imposible que puedan haber vivido a la profundidad de 5,000 a 6,000 piés. Por esto es que en este caso como en el del Puente del Inca, podemos seguramente concluir que el fondo del mar en el que las conchas vivieron se hundió tanto cuanto era necesario para recibir los estratos submarinos superyacentes; i este hundimiento debe haber tenido lugar durante la existencia de estas conchas, porque, como he dicho, algunas de ellas se hallan en las partes superiores así como en las inferiores de las series. Este hundimiento del fondo del mar está en armonía con la presencia de las capas de guijarros bastos i bien redondeados que se hallan distribuidos a traves de toda esta serie de estratos, así como de la gran masa superior de conglomerado de 2,000 a 3,000 piés de espesor; porque una grava de esta especie apénas podria haberse formado i diseminado en las grandes profundidades

indicadas por el espesor de los estratos. Este hundimiento debe así mismo haber sido lento para haber dado lugar a este diseminamiento i formacion de los guijarros, cuyas capas se repiten alternativamente. Ademas vemos actualmente que las superficies de algunas de las corrientes de lava porfídica debajo de la formacion yesosa, son tan amigdaloides que apénas es posible creer que han tenido lugar bajo la enorme presion de un océano profundo. Esta conclusion de un gran hundimiento durante la existencia de estos fósiles cretáceo-oolíticos, puede segun creo, estenderse al distrito de Coquimbo, aunque debe tenerse presente que los lechos fosilíferos no se hallan aquí directamente cubiertos por los estratos yesosos superiores, que en la seccion N. del valle tienen cerca de 6,000 piés de espesor. Los guijarros de los conglomerados superiores, en todas sus capas, son bien recondeados i aunque compuestos principalmente de varios pórfidos, hai algunos de arenisca roja i de una piedra jaspoide, semejantes a las rocas intercaladas en capas de esta misma formacion yesosa i habia un guijarro de mica-pizarra i algunos de cuarzo, juntamente con muchas partículas de cuarzo. En estos respectos, hai una gran diferencia entre los conglomerados yesosos i los de la formacion del conglomerado porfídico, en la cual se hallan mezclados juntamente fragmentos angulares i redondeados, compuestos casi esclusivamente de pórfidos i los cuales, como ya se ha dicho, fueron emitidos probablemente de cráteres profundos de bajo del mar. De estos hechos concluyo que durante la formacion de los conglomerados la tierra existió en la proxi midad, en cuyas costas los innumerables guijarros fueron redondeados i dispersados i en la cual los bosques coníferos florecieron; porque es improbable que tantos miles de troncos fósiles hayan sido arrastrados de alguna gran distancia. Esta tierra probablemente insular debe haberse hallado formada en su mayor parte por pórfidos, con alguna mica-pizarra, de donde provino el cuarzo, i alguna arenisca roja i rocas jaspoides. Este último hecho es importante, porque demuestra que en este distrito aun ántes de la deposicion de

los lechos inferiores yesosos o cretáceo-oolíticos, ya habian sido elevados en otras partes estratos de una naturaleza análoga, talvez en los cordones mas centrales de la cordillera, esto nos recuerda las relaciones de las cadenas de la Cumbre i Uspallata. Con referencia al gran valle lateral, del Despoblado, ya citado, debo mencionar que sobre los 2,700 piés de arenisca blanca i los lechos oscuros de lodo o arcilla endurecida, hai una gran masa de conglomerado rojo, duro i basto, de algunos miles de piés de espesor, que contiene mucha madera silicatada i evidentemente corresponde con el gran conglomerado superior de Amolanas. Aquí sin embargo el conglomerado consta casi esclusivamente de guijarros de granito i de cristales desintegrados de felspato rojizo i cuarzo firmemente cementados. En tal caso, podemos concluir que la tierra de donde se derivaron los guijarros i en la cual crecieron los árboles fósiles, se halló formada de granito.

Las montañas cerca de Amolanas, compuestas de los estratos cretáceo-oolíticos, se hallan atravesadas por diques de una manera asombrosa i en estension que nunca he visto igualada, escepto en el interior denudado de un cráter volcánico; el rumbo de N. a S. predomina sin embargo. Estos diques se hallan compuestos de rocas verdes, blancas i negruscas, todas porfídicas con felspato i a menudo con grandes cristales de hornblenda. La variedades blancas se aproximan en carácter estrechamente a andesitas que componen, como hemos dicho, los ejes inyectados de la mayor parte de las líneas de elevacion. Algunas de las variedades verdes son finamente laminadas, paralelas a las murallas de los diques.

Sesto eje de elevacion. (Valle de Copiapó).—Este eje consta de una gran montaña (O) de andesita, compuesta de albita mica parda i clorita que pasa a granito andesítico, con cuarzo. En su lado occidental ha dislocado considerablemente una espesa masa de pórfidos estratificados que incluyen mucha epidota (N N) i llaman la atencion por hallarse divididos en mui delgados lechos, tan amigdaloides en su superficie como son con frecuencia vesiculares las corrientes de

lavas sub-aéreas. Esta formacion porfídica se halla cubierta concordantemente, como se ve algo mas adelante en la quebrada de Jorquera, por un pequeño resto de la parte inferior de la formacion cretáceo-oolítica (M M) la cual como se ve en la seccion iluminada, circunscribe en parte el pié del eje andesítico (L) de la quinta línea ya descrita i en parte lo oculta enteramente: en este último caso, los estratos yesosos o cretáceo-oolíticos parecian buzar hácia abajo del conglomerado porfídico del quinto eje. El lecho mas inferior de la formacion yesosa, como se ve aquí (M) es de arenisca silicosa amarillenta, precisamente semejante a la de Amolanas, cruzada en parte por venas de yeso e incluyendo capas de la roca-pizarra no divisible, calcárea, negra: La Turritella Andii, el Pecten Dufreynoyi, la Terebratula aenigma, variedad i algunos Gryphites se hallaban empotrados en estas capas. La arenisca varía de espesor desde 20 a 80 piés, i esta variacion es causada por las desigualdades de la superficie superior de una corriente subyacente de pórfido arcilloso, purpúreo. De consiguiente, los fósiles citados descansan aquí en la base verdadera de la formacion yesosa o cretáceo-oolítica i se hallaron anteriormente cubiertos sin duda por estratos de cerca de 7,000 piés de espesor. Es posible, sin embargo, (aunque dada la naturaleza de todas las otras secciones en este distrito no es probable) que la lava arcillosa porfídica en este caso haya invadido un nivel mas alto en las series. Sobre la arenisca hai una masa considerable de una arcilla calcárea de un púrpuro-oscuro, mui endurecida, aliada en naturaleza con la roca-pizarra calcárea negra, ya mencionada.

Hácia el oriente de este sesto ancho eje andesítico i penetrada por muchos dikes que de él se desprenden hai una gran formacion (P) de mica-esquisto, con sus variaciones comunes, que pasa en una parte a una cuarcita ferrujinosa. Las hojas se hallan replegadas i mui inclinadas, buzando jeneralmente hácia el E. Es probable que esta mica-esquisto sea una antigua formacion relacionada con las rocas graníticas i esquistos metamórficos de cerca de la costa i que el frag-

mento de mica-pizarra i los guijarros de cuarzo que se hallaron en la formacion yesosa de Amolanas hayan provenido de ella. Sigue a la mica-esquisto un conglomerado porfídico estratificado (Q) de gran espesor que buza hácia el E. con una gran inclinacion. He comprendido esta última formacion en el mismo eje anticlinal con las corrientes porfídicas (N N), pero estoi léjos de afirmar que las dos masas no puedan haber sido solevantadas independientemente.

Séptimo eje de elevacion.—Siguiendo la quebrada, llegamos a otra masa (R) de andesita; i mas allá de ella tenemos otra vez un formacion porfídica mui espesa, estratificada (S,) que buza lijeramente hácia el E. i forma la parte basal de la cordillera principal. No seguí mas arriba; pero aquí, cerca de Castaño examiné varias secciones que no detallaré, pero con respecto a las cuales observaré que los lechos porfídicos o lavas submarinas esceden mucho en potencia a las capas sedimentarias alternantes, que han sido poco metamorfoscadas. Estas últimas constan de tobas volcánicas de grano fino, rojas, i de areniscas volcánicas blanquiscas, junto con una roca mui abundante compacta, singular, que tiene una base casi cristalina finamente brechoidea, con fragmentos rojos i verdes i ocasionalmente incluyendo unos pocos grandes guijarros. Las lavas porfídicas son mui amigdaloides en su superficie superior e inferior; constan principalmente de pórfido arcilloso, pero con una variedad comun semejante a algunas de las corrientes del Puente del Inca, que ofrece una base gris manchadiza, abundante en cristales de óxido rojo hidratado de hierro; otros verdes aparentemente de epidota i algunos pocos vítreos de felspato. Esta serie de estratos difiere considerablemente de los estratos basales de la cordillera central de Chile, i es posible que pertenezca a las séries superiores yesosas. Vi, sin embargo, en el lecho del valle un fragmento de conglomerado-brecha porfídico, exactamente igual a aquellas grandes masas encontradas en las partes mas meridionales de Chile.

Finalmente, debo observar que aunque he descrito, entre la ciudad de Copiapó i el flanco occidental de la cordillera

principal, siete u ocho ejes de elevacion que se dirijen casi de N. a S., no debe suponerse que todos se estienden sin interrupcion por grandes distancias. Como es el caso en la cordillera central, segun lo hemos visto en nuestras secciones, aquí muchas de las líneas de elevacion, con escepcion de la 1.ª, 3.ª i 5.ª son mui cortas. La estratificacion se halla mui trastornada e intrincada; en ninguna otra parte he visto tantas fallas i dikes. Todo este distrito, desde el mar hasta la cordillera es mas o ménos metalífero; i las vetas se componen de minerales de oro, plata, cobre, plomo, mercurio o fierro.

La accion metamórfica, aun en los estratos inferiores, ha sido ciertamente mucho menor aquí que en la zona central de la cordillera.

Valle del Despoblado.—Este gran valle estéril ya citado, entra en el valle principal de Copiapó un poco mas arriba de la ciudad: corre primeramente hácia el N., despues al NE. i mas hácia el E. en la cordillera: seguí su curso fatigoso hasta el pié del primer cordon principal. No daré una seccion detallada, porque seria esencialmente semejante a la ya dada i porque la estratificacion es mui complicada. Despues de dejar los cerros plutónicos cerca de la ciudad, se encuentra primeramente, como en el valle principal, la formacion yesosa, presentando el mismo carácter diversificado que ántes, i luego despues masas de conglomerado porfídico de cerca de 1,000 piés de espesor. En la parte inferior de esta formacion hai lechos mui espesos compuestos de fragmentos de pórfidos arcillosos, angulares i redondeados; los mas pequeños se confunden en parte con la base porfídica; estos lechos separan distintas corrientes, desde 60 a 80 piés de espesor de lavas arcillosas. Cerca de Paipote, habia tambien mucho conglomerado-brecha porfídico verdadero. No obstante, pocas de estas masas se hallaban tan metamorfoseadas como en la formacion correspondiente de la zona Central de la Cordillera. No encontré en este valle verdadera andesita, sino sólo imperfectos pórfidos andesiticos, incluyendo grandes cristales de hornblenda. Por nume-

rosas que sean las variedades de pórfidos eruptivos ya mencionados, hai aquí cerros compuestos de una nueva especie que tenia una base color crema, lisa, compacta, incluyendo sólo unos pocos cristales de felspato i manchada con puntos dendríticos de óxido de hierro. Habia así mismo algudos cerros de un pórfido con una base de un rojo de ladrillo que contenia manchas irregulares, a menudo lenticulares de felspato compacto i cristales de felspato. Este último era ortoclasia i me sorprendió su presencia.

Al pié del primer cordon de la cordillera principal, en la quebrada de Maricunga i a una altura que por el frio estremo i el aspecto de la vejetacion calculé en cerca de 10,000 piés, encontré lechos de arena blanca i de una caliza que incluia el Pecten Dufreynoyi, la Terebratula aenigma, i algunos Gryphites. Este cordon divide las aguas que se vacian por una parte hácia el Pacífico i por la otra, segun he sido informado, hácia un gran llano o cuenca, cubierto de grava i enteramente cerrado, que encierra una salina. Cruzando la cordillera por este Paso, deben atravesarse, segun se dice, tres cordones principales en vez de dos o uno solo como en la zona Central.

La cima de este primer cordon principal i las montañas circundantes, con escepcion de unos pocos picachos elevados, se halla cubierta por un depósito tobáceo de gran espesor, horizontalmente estratificado.

El lecho inferior es de un color pálido-purpúreo, duro, de grano fino, i lleno de cristales quebrados de felspato i escamas de mica. El lecho medio es mas basto i ménos duro i de ahí que por la accion del aire se presenta en picachos mui abruptos; encierra mui pequeños fragmentos de granito e innumerables de traquita gris, vesicular, de todos tamaños; algunos de los cuales son distintamente redondeados. El lecho superior tiene cerca de 200 piés de espesor; es de un color mas oscuro i al parecer compacto, pero no me fué posible llegar hasta él. Estos tres lechos horizontales pueden verse por muchas leguas de distancia, especialmente hácia el O. o en la direccion del Pacífico, cubriendo las cimas de

las montañas i apareciendo en los lados opuestos de los inmensos valles a alturas exactamente correspondientes. Si se uniesen, formarian un llano lijeramente inclinado hácia el Pacífico; los lechos se hacen mas delgados en esta direccion i la toba volcánica (juzgando por un punto a que subí, algo mas abajo del valle) de grano mas fino i de ménos gravedad específica, aunque todavia compacta i sonora bajo el martillo. La estratificacion lijeramente inclinada, casi horizontal, la presencia de algunos guijarros redondeados i la compacidad del lecho inferior, aunque lo hacen probable, no me habrian convencido que esta masa hubiese sido de orijen sub ácueo, porque es sabido que las cenizas volcánicas al caer sobre la tierra i humedecerse por las lluvias se endurecen con frecuencia i se presentan estratificadas; pero estos lechos, formados en tales circunstancias i debiendo su consolidacion a la humedad atmosférica, habrian cubierto uniformemente todas las cumbres vecinas sin dejar algunas, sobre un nivel exacto i determinado, absolutamente desnudas, circunstancia que me parece probar que las eyecciones volcánicas cesaron cuando se hallaban a su presente nivel que es tan dilatado i uniforme, i aun fueron consolidadas por algun otro medio que la simple humedad atmosférica, medio que no dudo debe haber sido la accion del agua. Un lago a esta gran altura i sin ninguna barrera está fuera de cuestion, de consiguiente debemos concluir que la materia tobácea fué antiguamente depositada debajo del mar. Fué ciertamente depositada ántes de la escavacion de los valles o a lo ménos ántes de su total dilatacion (1); i debo añadir que Mr. Lambert, caballero que conocia bastante la localidad, me informa que ascendiendo la quebrada de Santander (que se desprende del Despoblado) halló corrientes de lava i mucha materia eyectada que coronaba todos los cerros de granito i pórfido, con escepcion de algunos puntos

---

(1) He tratado de probar en mi «Journal» 2.º edicion páj. 356 que el retiro del mar a medida que la tierra se elevaba lentamente dejó este árido valle en el estado en que lo vemos actualmente.

proyectados; observó tambien que los valles habian sido escavados subsiguientemente a estas erupciones.

Esta formacion volcánica, que segun Mr. Lambert se estiende mucho hácia el N., es interesante porque da una idea de los fenómenos que han tenido lugar en mayor escala en el lado correspondiente i occidental de la cordillera del Perú. Bajo otro punto de vista, ademas, posee un interés mucho mayor, pues confirma la conclusion deducida de la estructura de las franjas de grava que se hallan prolongadas desde los llanos hasta el pié de la cordillera, siguiendo los valles, a saber, que este gran cordon ha sido elevado en masa a una altura de entre 8,000 a 9,000 piés i ahora, juzgando por este depósito tobáceo, podemos concluir que la elevacion horizontal ha sido en el distrito de Copiapó de cerca de 10,000 piés (1).

En el valle del Despoblado, la estratificacion, como se ha dicho, ha sido mui trastornada, i en algunos puntos hasta un grado que no he visto en ninguna otra parte. Daré dos casos: una masa mui espesa de arenisca, finamente estratificada, incluyendo lechos de conglomerado, ha sido comprimida lateralmente (como se ve en la lámina adjunta) hasta



Fig. 24

formar una cuenca o vasija, cuyos estratos a ambos lados han sido plegados hácia adentro; al lado derecho el conglo-

---

(1) Debo mencionar que en el lado S. del valle principal de Copiapó, cerca de Potrero Seco, las montañas se hallan coronadas por gruesas masas de cascajo, horizontalmente estratificado, a una altura que calculé de 1,500 a 2,000 piés sobre el lecho del valle. Este cascajo o grava, creo, forma el borde de un ancho llano que se estiende hácia el S. entre dos cordones de montañas.

merado arcilloso porfídico en realidad subyacente, se vé superpuesto a la arenisca, pero pronto se hace vertical i en seguida se inclina hácia el fondo, de modo que los lechos simulan los radios de una rueda; al lado izquierdo, el conglomerado porfídico invertido toma así mismo un buzamiento hácia el fondo, pero no gradualmente, como en el lado derecho, sino por medio de una falla vertical o movimiento sinclinal; i un poco mas léjos todavia, hácia la izquierda hai una segunda falla oblicua (ambas indicadas por las flechas) cuyos estratos buzan a un punto directamente opuesto; estas montañas se hallan atravesadas por un número infinito de dikes, algunos de los cuales se ven desprenderse de cerros de diorita i pueden seguirse por miles de piés. En el segundo caso, dos cordones bajos corren juntos i unidos hasta la cabecera de un pequeño valle cuneiforme: a lo largo del cordon de la derecha los estratos buzan 45° al E.; en el de la izquierda, tenemos los mismos estratos i con el mismo buzamiento, pero siguiendo este cordon, valle arriba, se ve que los estratos se inclinan gradualmente hasta ponerse verticales, en seguida se invierten (formando los bordes de la base líneas simétricas serpenteadas, a lo largo de la cresta) hasta que en la cabecera verdadera del valle se hallan invertidos bajo un ángulo de 45°, de modo que en este punto la inversion de los lechos ha llegado a un ángulo de 135°, formando una especie de eje anticlinal, cuyos estratos buzan en ambos lados a puntos opuestos, bajo un ángulo de 45°, hallándose los del lado izquierdo subvertidos completamente.

Sobre las fuentes eruptivas de las lavas arcillo-porfídicas i dioríticas.— En Chile central, por la estrema accion metamórfica, es en muchas partes difícil distinguir entre las corrientes de lava porfídica i el conglomerado-brecha porfídico, pero aquí en Copiapó, se hallan con frecuencia perfectamente distintos i en el Despoblado ví por la primera vez dos grandes estratos de pórfido arcilloso purpúreo, que despues de marchar unidos estrecha i concordantemente por un espacio considerable se hallaban separados por una masa de

materia fragmentaria i en seguida desaparecian; la corriente inferior mas rápidamente que la superior i mayor. Teniendo presente el número i espesor de las corrientes de lava porfídica i el gran espesor de los lechos de conglomerado-brecha, no debe dudarse de que las fuentes de erupcion deben orijinalmente haber sido numerosas; sin embargo, actualmente es mui difícil conjeturar siquiera el punto preciso de uno cualquiera de los cráteres antiguos submarinos. He observado repetidamente montañas de pórfidos, mas o ménos distintamente estratificadas en sus cimas o su flancos pero sin ninguna huella de estratificacion en sus partes basales o centrales. En muchos casos, sin embargo, me pareció mui probable que las grandes masas de pórfido centrales inestratificados, fuesen los núcleos, ahora parcialmente denudados, de los antiguos volcanes submarinos i que las partes estratificadas marcasen los puntos donde las corrientes fluyeron. En un caso solo (en el valle del Despoblado) me fué posible seguir actualmente un espeso estrato de pórfido purpúreo, que por espacio de algunas millas descansaba concordantemente sobre los lechos ordinarios, alternantes de brecha conglomerado i lavas arcillosas, hasta que se unió i se confundió con una masa montañosa de varios pórfidos inestratificados.

La dificultad para trazar las corrientes de pórfidos hasta sus fuentes eruptivas antiguas i sin duda numerosas, puede esplicarse parcialmente por los grandes trastornos que la cordillera ha sufrido en su mayor parte; pero me imajino firmemente que hai una causa mas específica, a saber, *que los puntos orijinales de erupcion tienden a trasformarse en los puntos de inyeccion.* Esto en sí mismo no es improbable; porque donde la corteza de la tierra ha cedido una vez se hace susceptible de ceder nuevamente, aunque la materia eruptiva licuada no alcance ya a llegar hasta la superficie submarina i fluir como lava. He arribado a esta conclusion por haber observado frecuentemente que donde alguna parte de una masa de montaña inestratificada se asemejaba en carácter mineralójico a las adyacentes corrientes o estratos, habia varias otras especies de pórfidos eruptivos i rocas andesíticas

inyectadas en el mismo punto. Como estas masas eruptivas forman la mayor parte de las líneas o ejes anticlinales, uniclinales o sinclinales de la cordillera i como los valles principales se encuentran escavados jeneralmente a lo largo de estas líneas, las masas eruptivas han sido mui denudadas casi siempre; lo que esplica su tendencia a aislarse en cierto grado i a hallarse situadas en los puntos donde los valles abruptamente doblan o donde entran sus principales tributarios.

Bajo este respecto de que existe una tendencia en los antiguos puntos de erupcion a trasformarse en los puntos de inyeccion i de trastornos subsiguientes i consiguientemente de denudacion, deja de ser sorprendente que las corrientes de lava, en la formacion del conglomerado porfídico, arcilloso, i en otros casos análogos, no puedan seguirse, sino raramente, hasta sus fuentes actuales de emision.

Iquique.—Diversamente de lo que hemos visto, la costa se halla aquí formada, no por serie granítica, sino por un escarpe de la formacion de conglomerado porfídico, de entre 2,000 o 3,000 piés de altura (1). Tuve tiempo sólo para un lijero examen; la parte principal del escarpe parece hallarse compuesta de varios pórfidos, a veces laminados, rojizos i purpúreos, análogos a los de Chile, i vi algunos de los de brecha-conglomerado porfídico; la estratificacion aparece solo lijeramente inclinada. La parte mas superior, juzgando por las rocas cerca de la famosa mina de plata de "Huantajaya" (2) constan de caliza gris-purpúrea, arcillosa, impura i laminada, asociada, segun creo, con alguna arenisca purpúrea. En la caliza se encontraron conchas; obtuve las tres especies siguientes:

Lucina Americana, E. Forbes.

Terebratula inca, id.

(1) El punto mas bajo, donde cruza el camino el escarpe de la costa, tiene 1,900 piés, por barómetro, sobre el nivel del mar.

(2) Mr. Bollaert ha descrito una masa singular de detritus estratificado, grava i arena, de 81 yarda de espesor, superpuesta a la caliza i que abunda en masas sueltas de mineral de plata. Los mineros creen que pueden atribuir estas masas a sus propias vetas.

Terebratula aenigna, d'Orbig.

Esta última especie la hemos visto asociada con los fósiles, cuya lista hemos dado en este capítulo, en dos lugares del valle de Coquimbo i en la quebrada de Maricunga, en Copiapó. Considerando este hecho i la superposicion de estos lechos sobre la formacion del conglomerado porfídico; i como veremos inmediatamente, en vista de que contiene mucho yeso i por su estrecha semejanza jeneral en naturaleza mineralójica con los estratos descritos en el valle de Copiapó, no dudo de que estos lechos fosilíferos de Iquique pertenezcan a la gran formacion cretáceo oolítica del N. de Chile. Iquique se halla situado a los 7° de latitud N. de Copiapó i debo mencionar que aquí obtuve un Amonite, nueva especie, i un Astarte, nueva especie, procedentes del cerro de Pasco, cèrca de 10° de latitud al N. de Iquique; i M. d'Orbigny piensa que probablemente ellos indican una formacion neocómica. Ademas 15° de latitud al N., en Colombia, hai un gran depósito fosilífero, actualmente bien conocido por los trabajos de Von Buch, Lea, d'Orbigny i Forbes, que pertenece a los pisos mas antiguos del sistema cretáceo. De esto se deduce, i teniendo presente el carácter de los pocos fósiles de la Tierra del Fuego, que una gran porcion de los depósitos estratificados del gran cordon de la cordillera sud-americana pertenece a una misma época jeolójica aproximadamente.

Siguiendo desde los escarpes de la costa hácia el interior, crucé, en un espacio de cerca de 30 millas, un distrito elevado i sinuoso, cuyos lechos buzaban en varias direcciones. Las rocas son de muchas especies—areniscas blancas laminadas, a veces silicosas—areniscas purpúreas i rojas, a veces tan calcáreas que presentan una fractura cristalina—calizas arcillosas—roca pizarra negra o calcárea, semejante a la que a menudo se ha descrito en Copiapó i otros lugares; rocas fusibles, sedimentarias, endurecidas, verdosas, de grano fino, finamente laminadas, que se aproximan en carácter a las que he llamado seudo-novaculitas e incluyen venas de yeso delgadas i contemporáneas i últimamente mucho jaspe

calcáreo, laminado, porcelánico, de un color verde, con manchas rojas i mui fusible. Había un estrato concordante de una lava felspática con pecas brunas. Debo mencionar aquí que he tenido noticias de grandes lechos de yeso en la cordillera. El único accidente nuevo de esta formacion es la presencia de innumerables capas delgadas de sal, que alternan con las areniscas ferrujinosas, rojas o amarillentas, a veces terrosas, duras i laminadas. La capa mas gruesa de sal tenia sólo dos pulgadas i terminaba adelgazándose en sus estremos. En una de estas masas salíferas descubrí un estrato, de cerca de 12 piés de espesor, de una roca fusible fácilmente, brechoidea, dura, de color pardo-oscuro, que contenia granos de cuarzo i de óxido negro de hierro, junto con numerosos fragmentos de conchas imperfectas. El problema del orijen de la sal es tan oscuro, que todo hecho, aun la posision jeográfica, es digno de nota (1).

---

(1) Es bien sabido que la sal estratificada se encuentra en varios lugares de las costas del Perú. La isla de San Lorenzo, en Lima, se halla compuesta de una pila de estratos delgados; de cerca de 800 piés de espesor, compuestos de areniscas térreas o silicosas, duras, amarillentas o purpúreas que alternan con delgadas capas de arcilla laminada que en partes pasa a una roca fusible, semi-porcelánica, verdosa.

Hai algunos lechos delgados de lodo rojizo pétreo i capas de trípoli blandas, ferrujinosas con otras de yeso. En casi todas estas variedades, especialmente en las areniscas mas blandas, hai numerosos estratos delgados de sal, habiendo alcanzado una capa hasta 2 pulgadas de espesor. Es mui curiosa la manera como las grietas mas pequeñas de los lechos dislocados han sido penetradas por la sal, sin duda por subsiguiente infiltracion. En el lado S. de la isla se han descubierto capas de carbon i de caliza impura. Así se esplica que tengamos aquí sal, yeso i carbon asociados juntamente. Los estratos encierran venas de cuarzo, carbonato de cal i piritas de hierro; han sido dislocados por una masa inyectada de traps felspático verde-parduzco. No sólo la sal es abundante en los límites estremos occidentales del distrito, entre la cordillera i el Pacífico, sino segun Helms, se encuetra tambien en los cerros bajos aislados del flanco oriental de la cordillera. Estos hechos me parecen opuestos a la teoría de que la sal se debe a la penetracion del agua cargada de sal, en espacios interiores del océano. El carácter jeneral de la jeolojía de estos paises conduce mas bien a la opinion que su orijen se halla en cierto modo relacionado con el calor volcánico en el fondo del mar.

Con la escepcion de estos lechos salíferos, la mayor parte de las rocas, como ya se ha dicho, presentan una semejanza jeneral asombrosa con las partes superiores de la formacion yesosa u oolítica-cretácea de Chile.

Morro de Arica (lat. 18° 28′ 55″). Forma el límite occidental del cordon que limita al S. el valle de Azapa i forma un elevado promontorio a cuyo pié se levanta la poblacion de su nombre. Su cima forma un lijero plano inclinado hácia su costado N. i su masa principal se inclina hácia el naciente, por donde presenta su mejor acceso. Toda la superficie de su cúspide se halla cubierta de una especie de arenisca o toba blanca que encierra abundantes guijarros rodados i pulidos, de una a media pulgada.

Hácia el mar se encuentra abruptamente cortado i ofrece en una línea que se halla mas o menos a 50 metros sobre el nivel del mar cinco grandes cuevas, la mayor de las cuales tiene una abertura no menor de 15 metros de ancho por 20 de altura i 60 de profundidad, dimensiones calculadas.

Los contornos de este cerro son mui escarpados, i la accion atmosférica ha desgajado enormes porciones de su cúspide que han quedado como colgadas a mitad de su camino, o forman a su pié un amontonamiento de enormes moles e innumerables cantos de todas formas i tamaños.

Los estratos inferiores i superiores se diferencian mucho de composicion. La masa principal consta de una roca gris verdosa en su conjunto, que engloba masas oscuras u ocráceas; es brechiforme i algo amigdaloide. La accion atmosférica la desagrega fácilmente reduciéndola a una arena terrosa. Su fractura es angulosa i su base de grano fino, lijeramente cristalizada; contiene cristales negros de aujita, cristales aciculares de albita (?) i hierro en piritas. Forma grandes masas ovoides o globulares, unidas por numerosas venas calcedónicas, córneas o petrosilicosas que por su dureza i debido al desmoronamiento o descomposicion de la roca principal se destacan a manera de ramificaciones.

Vista a la distancia la masa principal semejan un hacinamiento de grandes masas globulares. Es indudablemente una

lava andesítica antigua i su estructura nodular débese sin duda al fraccionamiento de las corrientes al enfriarse i su subsiguiente infiltracion por grandes i numerosas emisiones volcánicas de sílice i carbonato de cal, del cual se encuentran numerosas cristalizaciones.

Los estratos inferiores, sobre los que descansa la masa principal que acabamos de describir i que se encuentran tambien en su parte superior, son indudablemente de oríjen sedimentario, metamorfizados por la accion de la masa superyacente. Constan de arcillas endurecidas i pizarras con tendencias a formas nodulares. Los nódulos se dividen al menor golpe en capas concéntricas, separadas por materia ferrujinosa que les da el aspecto de guijarros oscuros, pero que continúan dividiéndose.

Hai calizas compactas, areniscas i arcillas pizarrosas amarillas, rojizas o verdosas que se repiten abundantemente en los estratos. La potencia de esta formacion no puede precisarse, pues forma la serie basal del Morro; presenta un lijero buzamiento hácia el SE., i ofrece en las mejores secciones un ancho de 20 a 30 metros.

Como estos estratos son mas blandos que la masa superpuesta, la accion atmosférica los abre en delgadas láminas i fácilmente los desmorona, lo que produce derrumbamientos enormes de la roca superior por falta de base suficiente.

En esta misma formacion, en la cima del Morro, se encuentran abundantísimas venas de sal mui dura, formadas desde pequeños hilos hasta guias de 1 pié de grosor, i asombra ver cómo hasta las mas finas junturas de estos lechos i hasta de la roca porfídica se hallan penetradas por ella. ¿Esta sal es de oríjen volcánico i producida por sublimacion? Se encuentran pequeños cristales en las jeodas de las grietas.

La accion del mar es patente en toda su estension. El cerro se encuentra cubierto de una sustancia o polvo blanco que eflorece i en otras partes de una costra o brecha de pequeños fragmentos cuyo cemento es el cloruro de sodio.

Cinco grandes cuevas escavadas en la roca a una altura no menor de 50 metros, son indudablemente de oríjen marino.

Se enenentran sitas en las junturas de la roca i han seguido sus direcciones.

Examinando sus interiores, principalmente sus entradas, se encuentran en éstas los restos de una formacion moderna, que consta de una acumulacion de tierra suelta que contiene guijarros rodados de las rocas sedimentarias, lijeramente aglutinados i del pórfido dominante, i en sus interiores una masa fragmentaria compuesta de numerosos i pequeños pedazos de piedra que retienen su forma angulosa, i restos de plantas marinas: indudablemente una antigua playa. Esta misma formacion cubre el costado NE, del cerro. Me llamó desde luego mucho la atencion la ausencia casi completa de conchas marinas bien conservadas en estas capas, pero esta sorpresa se desvaneció cuando llegué a convencerme que en los terrenos que actualmente se forman en la playa adyacente, no existen conchas o son mui escasas.

De una de estas capas, en la primera cueva, estraje un pedazo pequeño de concha que por su estado i pequeñez no me fué posible identificar, pero observé con satisfaccion que se encontraba en medio de un estrato o guia de un polvo blanco. Prestando mas atencion a este polvo, llegué a cerciorarme que era producido por la descomposicion o desintegracion de las conchas, pues encontré todavia algunos pedazos de éstas tan friables que se deshacian en polvo bajo la presion de los dedos.

Al pronto no pude esplicarme la estructura de este cerro, cuya inmensa mole aparece apoyada sobre la formacion metamórfica de estratos horizontales ya descritos, pero prestando un poco de atencion se ve que estos estratos van desapareciendo hácia el SO., predominando la roca porfídica. Esta indudablemente ha formado una antigua erupcion lávica sub-marina. Así lo atestiguan los restos comprimidos i plegados de la formacion metamórfica que se encuentran en medio de su masa formando fajas o arcadas. Pero las abundantes emisiones de sílice que tuvieron lugar en ese período i que han rellenado todas sus grietas o hendiduras, es-

plican suficientemente su resistencia a la accion destructora del mar durante la elevacion de la tierra.

Su forma abrupta es indudablemente el resultado de la erosion i desgajamiento progresivo de su mole, debido al cercenamiento de sus estratos basales. Mi primera impresion fué imajinar que una inmensa dislocacion producida por un sacudimiento posterior a su elevacion desmoronó la mitad de su masa. Pero los fragmentos que pueden verse todavia en la faja rocosa denominada La Isla i en los innumerables escombros que cubren la superficie o bajo fondo que los separa, manifiestan que este cerro no es sino el resto denudado de otro mucho mas alto, que constituia el vértice del cordon. Asombra considerar, tomando en cuenta la accion denudatoria comparativa del mar sobre las costas barrancosas que son sin duda de considerable antigüedad, qué número de centenares de años de esposicion se han necesitado para reducir a arena i guijarros tan enorme masa cúbica de dura roca!

En fin, cualquiera que sea la esplicacion o hipótesis mas probable, el caso es que las capas arcillosas i areniscas del lado del valle donde se halla el puerto, han cedido mas fácilmente a la accion de las olas, destacando abruptamente la inmensa mole del Morro.

Respecto a la elevacion de la tierra, ademas de las pruebas que suministra el Morro, cuya altitud alcanza a 268 metros, tenemos dos líneas de terraplenes perfectamente caracterizadas que rodean la parte N. de la bahia. Estas terrazas se hallan compuestas de capas de greda i guijarros que se levantan en dos escalones a partir de la ribera. Los guijarros son del tamaño del puño al de la cabeza de un hombre i forman principalmente el primer escalon. El segundo lo constituyen capas de un lodo blanco que contiene pequeños guijarros. Esta misma formacion de grava ocupa todo el valle i la he seguido hasta Tacna. La ausencia de conchas modernas es completa, tanto en las capas como en la superficie. Pero en la formacion reciente de arena ferrujinosa i tierra suelta que cubre el contorno NE. del Morro, como a 50 metros de altura sobre el mar, estraje una vértebra de

ballena en buen estado de conservacion, pero de aspecto mui antiguo.

Respecto a la edad jeolójica de estas formaciones, los datos son insuficientes.

Las capas superiores e inferiores se hallan cuajadas de impresiones, moldes i conchas fósiles mui imperfectas que se destruyen completamente al abrirse los estratos en la direccion del crucero.

De un banco de caliza, como de 1 pié de espesor, que rompe en algunos puntos en la cumbre i que se presenta a la supeficie cariado i basto, entre capas de arenisca mui dura, estraje algunos ejemplares que contenian zoofitos i los fragmentos casi indeterminables de una ostrea. Toda la roca era el producto solidificado de la destruccion o abrasion de estas conchas.

Algunas areniscas, pizarras azules, mui duras, i margas pizarrosas de la base se encuentran compuestas en gran parte de conchas fósiles, pero en un estado tal de deformacion por la enorme compresion que han esperimentado las capas que las contienen i que ha producido al mismo tiempo su crucero o divisibilidad, que es casi imposible identificarlas o estraerlas en pedazos determinables de la dura masa en que se encuentran.

Sin embargo, creo haber reconocido en ellas las siguientes:

1. Terebratula (T. œnigma, d'Orbig.?) talvez una variedad; mui abundante en las pizarras arcillosas;

2. Gryphaea (nueva especie?) mui parecida a la G. coulonii;

3. Exogyra (E. columba?);

4. Mytilus (M. eduliformis?);

5. Una pequeña bivalva mui abundante en moldes e indeterminable;

6. Artarte Darwinii ? mui escaso.

No me ha sido posible encontrar la mas lijera impresion de un Amonite.

No dudo que estas capas sean contemporáneas o las equivalentes de las sedimentarias de la cordillera o formacion

cretáceo-oolítica. Es posible que despues de la acumulacion de los estratos neocómicos, tuvo lugar la erupcion del pórfido, sobre el cual se depositarian las capas calcáreas i areniscas ferrujinosas que han emerjido conjuntamente con todo el sistema que forma la cordillera o cordon de la costa.

Conglomerado reciente.—En la playa N. del puerto encontré una masa compuesta de grandes trozos de hierro, guijarros i cantos unidos por un cemento ferrujinoso formando un conglomerado mui duro. Se me aseguró que estos grandes trozos de hierro eran restos de un buque destruido por el mar en el gran temblor de 9 de mayo de 1877.

Parece a la simple vista una gran masa de hierro fundido que aglutinara fragmentos i guijarros sobre los que fuera vaciado. La accion química del agua del mar obrando sobre el hierro ha formado la base de esta roca cuya dureza resiste a los mas fuerte golpes del martillo.

Venas metalíferas.—Tengo sólo unas pocas observaciones que hacer a este respecto: En nueve distritos mineros, algunos de considerable estension, que visité en Chile Central, encontré que las vetas principales corrian de N. i NO. a S. i SE. (1). En algunos otros lugares su corrida se presenta enteramente irregular como acontece a menudo en todo el valle de Copiapó.

En Tambillos, al S. de Coquimbo, vi una gran veta de cobre que corria de E. a O. Es digno de mencion que la foliacion de los gneiss i la mica-pizarra, donde se hallan tales rocas, tiende ciertamente a correr como las vetas metalíferas, aunque a menudo irregularmente, en una direccion un poco hácia el O. del N. En Iaquil, observé que las vetas auríferas principales corren casi paralelas al grano o crucero

(1) Estos distritos mineros son Iaquil, cerca de Nancagua, donde la direccion de las venas principales, a las cuales sólo me refiero en todo caso, es de N. a S. En el cordon de Uspallata, la línea que prevalece es de NNO. a SSE.; en el Cerro. de Prado, es de NNO. a SSE.; cerca de Illapel es de N. 10° O. a S. 10° E.; en los Hornos la direccion varía de N. i NO. a S. i SE, en el cerro de los Hornos (mas al N.) es de NNO. a SSE.; en Panulcillo, es de NNO. a SSE.; i últimamente en Arqueros la dirección es de NO. SE.

imperfecto de las rocas graníticas circundantes. Con respecto a la distribucion de los diferentes metales, el cobre, el oro i el hierro se hallan jeneralmente asociados i se encuentran con frecuencia (aunque hai muchas escepciones, como lo veremos luego) en las rocas de la serie inferior, entre la cordillera i el Pacífico, esto es, en el granito, sienita, pizarra arcillosa felspática alterada, gneiss i, como cerca del Huasco, en la mica esquistos. Los minerales de cobre constan de súlfuros, óxidos i carbonatos, a veces con láminas de metal nativo. Se me aseguró que en algunos casos (como en Panulcillo, al SE. de Coquimbo) una misma veta contiene en su parte superior óxidos i en la inferior súlfuros de cobre. El oro se presenta en estado nativo; se cree que, en muchos casos, la parte superior de las vetas es la mas productiva. Este hecho se halla relacionado probablemente con la abundancia de este metal en el detritus estratificado de Chile, que debe haber provenido principalmente de la degradacion de las porciones superiores de las rocas. Estos lechos superficiales de grava bien redondeada i arena que contienen oro, me parecen que han sido formados debajo del mar, cerca de la orilla, durante la lenta elevacion de la tierra: Schmidtmeyer dice que «en Chile el oro se encuentra en bancos inclinados a la altura de algunos piés, a ámbos lados de los rios i no en sus lechos, como deberia suceder si este metal hubiese sido depositado por la accion aluvial comun. Con mucha frecuencia los minerales de cobre con algo de oro, se hallan asociados con bastante hierro especular, micáceo. El oro se encuentra a menudo con las piritas de hierro. En dos minas de oro de Iaquil (cerca de Nancagua) el oro se hallaba asociado siempre en una de las vetas con la pirita de cobre i en la otra con la pirita de hierro. En casos análogos a este último, se cree que aunque la veta deje de contener pirita de hierro debe continuarse la labor, pero si ésta reaparece i no es aurífera, es mejor abandonar el trabajo. Aunque creo que el cobre i el oro se encuentran con mas frecuencia en las series esquistosas metamórficas i graníticas inferiores, sin embargo estos metales se presentan en la formacion del con-

glomerado porfídico (como en los flancos de la Campana de Quillota i en Jahuel) i en estratos superyacentes. En Jahuel se me dijo que los minerales de cobre, con algo de oro, se encuentran en las dioritas i en la pizarra arcillosa felspática alterada que alterna con el conglomerado porfídico purpúreo. Varias vetas de oro i algunas de cobre se trabajan en varias partes del cordon de Uspallata, en los estratos metamorfoseados que segun se ha demostrado, son sin duda de oríjen subsiguiente a la formacion yesosa o neocómica de la cordillera principal i en las rocas eruptivas andesíticas de este cordon. En los Hornos (al NE. de Illapel) habia igualmente numerosas vetas de piritas de cobre i oro, en los estratos de la formacion yesosa i en los cerros inyectados de andesita i varios pórfidos.

La plata, en la forma de cloruro, súlfuro, una amalgama o en su estado nativo i asociada con plomo i otros metales, i en Arqueros con cobre nativo puro, se presenta principalmente en la gran formacion yesosa superior o cretáceo-oolítica, que forma probablemente la zona mas rica de Chile.

Podemos citar los distritos mineros de Arqueros cerca de Coquimbo i de casi todo el valle de Copiapó i los de Iquique (donde las vetas principales corren NE. 10° E. a SO. 10° O.) Como dice atinadamente Molina, la plata nace en el frio i solitario desierto de la cordillera superior. Hai, sin embargo, algunas escepciones a esta regla: en Parral (al SE. de Coquimbo) la plata se encuentra en la formacion porfídica conglomerada i creo que lo mismo sucede en San Pedro Nolasco en el Paso de Piuquénes. Plomo arjentífero rico se encuentra en la pizarra arcillosa del cordon de Uspallata; i vi una antigua mina de plata en un cerro de sienita al pié de la Campana de Quillota; se me aseguró tambien que se ha encontrado plata en la rejion andesítica i porfídica entre la ciudad de Copiapó i el Pacífico. He referido en una parte de este capítulo con respecto a dos minas vecinas en Arqueros, que las vetas en una eran productivas cuando atravesaban los lechos singulares, verdes, sedimentarios, e improductivas cuando cruzaban los lechos rojizos i que en la mina

vecina sucedia exactamente lo inverso; he descrito tambien el hecho raro i singular de encontrarse diseminadas numerosas partículas de plata nativa i de cloruro de plata en la roca verde, a la distancia de una yarda de la veta. El mercurio se presenta con la plata en Arqueros i en Copiapó. En la base del cerro de los Hornos (al SE. de Coquimbo, lugar diferente de los Hornos ya mencionado) vi en una roca sienítica numerosas venas de cuarzo que contenian un poco de cinabrio en nidos; habia aquí otras venas paralelas de cobre i de un mineral ferrujinoso-aurífero. Creo que el estaño no se ha encontrado nunca en Chile.

Segun informes que me suministró el señor Nixon de Iláquil (1) i otros, parece que en Chile las vetas mas productivas i constantes son las que se componen de varios minerales (que a veces se diferencian solo lijeramente de las rocas circundantes) en fajas paralelas, *ricas* en metales; estas vetas se llaman *veta real*. Con mas frecuencia las minas se trabajan donde una o mas vetas delgadas o guias corren en una direccion diferente, atravesadas por una «veta real» pobre: se cree jeneralmente que en tales puntos de interseccion (o crucero) alcanzan las vetas intersectantes o aumenta el metal que contienen. En algunos cruceros o puntos de interseccion los metales se estienden aun mas allá de las salvandas de la veta principal atravesada. Se asegura que cuanto mayor es el ángulo de interseccion mayor es el rendimiento; i que las fajas casi paralelas se atraen unas a otras. En el cordon de Uspallata observé que numerosas vetas delgadas auri-ferrujinosas se unen i se separan repetidas veces. He llamado ya la atencion al estado notable de endurecimiento i al color negro i como calcinado que presentan las rocas del cordon de Uspallata hasta una considerable distancia de las vetas metalíferas, como si hubiesen esperimentado la accion de la pólvora.

---

(1) En la mina Duraznos el oro se encuentra asociado con la pirita de cobre i la veta contiene grandes prismas de plumbago. El carbonato de cal cristalizado es uno de los minerales mas comunes en las vetas de Chile.

Finalmente, debo observar que la presencia de vetas metalíferas se halla relacionada sin duda con la presencia de rocas eruptivas i con el grado de accion metamórfica que los diferentes distritos de Chile han sufrido. Tales áreas metamorfoseadas se hallan jeneralmente acompañadas por numesos dikes, masas inyectadas de andesita i numerosos pórfidos. He trazado en varios lugares las vetas metalíferas desde las masas eruptivas hasta los estratos que forman sus cajas. Sabiendo que la formacion del conglomerado porfídico consta de corrientes alternantes de lavas submarinas i de restos de rocas eruptivas antiguas i que los estratos de la formacion yesosa superior encierran a veces lavas submarinas i se hallan compuestas de tobas volcánicas, lodos endurecidos i sustancias minerales, probablemente debidas a exhalaciones volcánicas; es mui notable la riqueza de estos estratos, cuando se comparan con los lechos eruptivos' a menudo de orijen submarino pero *no metamorfoseados*, que componen las numerosas islas del Pacífico, Océano Indico i Atlántico; porque en estas islas no se encuentran metales i su naturaleza es desconocida aun para los aboríjenes.





Resúmen de la historia jeolójica de la cordillera de Chile i de la rejion austral de Sud-América

Hemos visto que las costas del Pacífico, en un espacio de 1,200 millas. desde Tres Montes hasta Copiapó, i creo que por mucho mayor distancia, se hallan compuestas, con escepcion de las hoyas terciarias, de esquistos metamórficos, de rocas plutónicas i pizarra arcillosa mas o ménos alterada. Sobre el fondo del océano así constituido, se derramaron vastas corrientes de varios pórfidos arcillosos purpurinos i dioríticos, juntamente con grandes masas alternantes de fragmentos angulares i redondeados de rocas similares, eyectados por los cráteres submarinos. Por lo compacto de las corrientes i los fragmentos es probable que, con escepcion de algunos distritos en el N. de Chile, las erupciones tuvieron lugar en agua mui profunda. Los orificios de erupcion (con pocas escepciones que se presentan a manera de conos aislados) deben baberse hallado diseminados en una superficie de 50 a 100 millas de ancho i bastante aproximados en la direccion de N. a S. i de E. a O., para que la materia eyectada formase una masa continua, que en la zona central de

Chile tiene mas de una milla de espesor. Tracé esta masa impresionante en una estension de 450 millas solamente; pero juzgando por lo que vi en Iquique, por algunos ejemplares, i por relaciones publicadas, parece que tiene una lonjitud manifiesta mucho mayor. En las partes basales de la serie, especialmente hácia los flancos del cordon, i entre los lechos de la materia eruptiva, se depositó accidentalmente el lodo que forma desde entónces o se convirtió en una roca pizarrosa felspática i a veces en diorita; con esta escepcion la uniformidad de las rocas porfídicas es mui notable.

Cuando terminó la erupcion de los pórfidos arcillosos i dioríticos casi o enteramente, se depositó esa gran serie de estratos que, por su mucha abundancia de yeso, he llamado la formacion yesosa i fueron derramadas ocasionalmente algunas lavas felspáticas i otras rocas volcánicas singulares.

Estoi léjos de pretender que pueda trazarse una linea distinta de demarcacion entre esta formacion i los pórfidos i conglomerados porfídicos subyacentes, pero en una masa de tan enorme espesor i entre lechos de naturaleza mineralójica tan diferente, alguna division era necesaria. Cerca del principio del período yesoso, el fondo del mar debe haberse hallado poblado por conchas, no muchas en especies, pero abundantes en individuos. En el puente del Inca los fósiles se hallan enterrados cerca de la base de la formacion; en el cordon de Piuquénes, en diversos niveles, i aun mucho mas arriba de la mitad, por lo que en estas secciones la serie total de estratos pertenece a un mismo período. La misma observacion es aplicable a los lechos de Copiapó, que alcanzan un espesor de 700 a 800 piés. Las conchas fósiles de la cordillera central de Chile, en opinion de todos los paleontólogos que las han examinado, pertenecen a los pisos mas inferiores del sistema cretáceo; miéntras que en el N. de Chile hai una mezcla mui singular de formas cretáceas i oolíticas. Por las relaciones jeolójicas, sin embargo, de estos dos distritos, no debe dudarse que todas ellas pertenecen aproximadamente a una misma época, que he llamado provisoriamente, cretáceo-oolítica. Los estratos de esta formacion, com-

puestos de rocas negras arcillo-calcáreas, laminadas; de areniscas rojas i blancas, a veces silicosas; de conglomerados bastos, calizas, tobas volcánicas, lodos pétreos negros, i esas rocas singulares de grano fino que he llamado seudo-novaculitas; grandes lechos de yeso, i muchas otras variedades jaspoides i apénas describibles, varían i se reemplazan en cortas distancias horizontales en una proporcion, segun creo, que no ha sido igualada en ninguna hoya terciaria. Muchas de estas sustancias son fácilmente fusibles i han sido derivadas aparentemente de volcanes todavía en tranquila accion o de la atricion de los productos volcánicos. Si nos figuramos el fondo del mar, en un grado estremo desigual, con numerosos cráteres, algunos pocos en erupcion accidentalmente, pero el mayor número en el estado de solfataras, espeliendo materias calcáreas, silicosas i ferrujinosas, yeso o ácido sulfúrico, hasta un grado mayor todavia qué los volcanes existentes sulfurosos de Java, comprenderemos probablemente las circunstancias bajo las cuales esta serie singular de variados estratos fué acumulada. Las conchas parecen haber vivido en el período tranquilo cuando se depositó sólo la caliza o la materia calcáreo-arcillosa. Segun el doctor Gillies, esta formacion yesosa o cretáceo oolítica se estiende al sur hasta el Paso del Planchon i yo la seguí hácia el norte 500 millas, a intervalos. Juzgando por el carácter de los lechos con la Terebratula aenigma, en Iquique, se estiende todavia mas 400 a 500 millas mas al N.; i quizas todavia 10° de latitud al N. de Iquique hasta Cerro de Pasco, no léjos de Lima. Ademas, sabemos que una formacion cretácea, abundante en fósiles, se halla mui desarrollada al N. del Ecuador, en Colombia. En la Tierra del Fuego, cerca de este mismo período, fué depositado un ancho distrito de pizarra arcillosa que en sus caracteres mineralójicos i particularidades esternas, puede compararse a las rejiones silúricas del N. de Gales. La formacion yesosa, como la del conglomerado-brecha-porfídico sobre el que ésta descansa, es de incalculable anchura, aunque mayor en el N. que en el centro de Chile.

Como las conchas fósiles de esta formacion se hallan cu-

biertas, en el cordon de Piuquénes, por estratos de un gran espesor; en el Puente del Inca por 5,000 piés a lo ménos; en Coquimbo, aunque la superposicion es aquí ménos clara, por 6,000 piés como mínimum, i en Copiapó, ciertamente por 5,000 a 6,000 i probablemente por 7,000 piés (presentándose aquí las mismas especies en las partes inferiores i superiores de la serie), podemos asegurar que el fondo del mar se hundió durante este período cretáceo-oolítico, en la proporcion consiguiente a la acumulacion de los estratos submarinos superspuestos. Esta conclusion esplica i se halla confirmada por la presencia a diversos niveles de muchos lechos de conglomerado basto, cuyos guijarros bien redondeados no podemos creer que fuesen trasportados a grandes profundidades. Aun los pórfidos subyacentes en Copiapó, con sus superficies altamente amigdaloides, no parece que hayan fluido bajo gran presion. Este gran movimiento descendente debe haberse estendido de N. a S. en una línea de 400 millas de estension por lo ménos i probablemente fué co-extensivo con la formacion yesosa.

Los lechos de conglomerado que acaban de citarse i los troncos silicatados estraordinariamente numerosos de los Hornos, quizas de Coquimbo i de dos distantes puntos en el valle de Copiapó, indican que la tierra existió en este período. Esta tierra insular (?) en la parte septentrional del distrito de Copiapó, debe haberse hallado casi esclusivamente compuesta de granito, a juzgar por la naturaleza de los guijarros, i en la parte S., principalmente de pórfidos arcillosos, con alguna mica-esquisto, i con mucha arenisca i rocas jaspoides, exactamente semejantes a las rocas de la formacion yesosa i no dudo pertenecientes a una serie basal.

En varios otros lugares tambien, durante la acumulacion de la formacion yesosa, sus partes basales i el conglomerado porfídico subyacente deben haberse hallado ya parcialmente solevantados i espuestos al desgaste i erosion, Cerca del Puente del Inca, i en Coquimbo, deben haber existido masas de mica-esquisto o de algunas rocas análogas, de donde se derivaron los muchos pequeños guijarros de cuarzo

opaco. Se sigue de estos hechos que en algunas partes de la cordillera los lechos superiores de la formacion yesosa deben descansar discordantemente sobre los lechos inferiores; i toda la formacion yesosa, en partes, discordantemente sobre el conglomerado porfídico. Aunque no vi tales casos, sin embargo en muchos lugares la formacion yesosa falta enteramente; i esto, aunque no dudo se debe a los efectos de la denudacion subsiguiente, puede provenir así mismo de que el conglomerado porfídico subyacente hubiese sido solevantado localmente ántes de la deposicion de los estratos yesosos, habiendo llegado a ser así la fuente de los guijarros de pórfido que contienen. En la formacion del conglomerado porfídico, en sus partes inferior i media, sólo hai alguna evidencia, a escepcion de los pequeños guijarros cuarzosos de Jahuel, cerca de Aconcagua i del único guijarro de granito de Copiapó, de la existencia de una tierra próxima. En las partes superiores, sin embargo i especialmente en el distrito de Copiapó, el número de guijarros enteramente redondeados de pórfidos compactos me inducen a creer qne así mismo durante la prolongada acvmulacion de la formacion yesosa los lechos mas inferiores habian sido ya localmente solevantados i espuestos al desgaste i denudacion, como sucedió con el conglomerado porfídico. I avanzando de esta manera en la historia jeolójica de la cordillera, podemos inferir que el lecho de un océano profundo i abierto fué colmado por erupciones porfídicas ayudadas probablemente por algunas elevaciones jenerales i locales, hasta el nivel comparativamente somero en que las conchas cretáceo-oolíticas vivieron por la primera vez. En este período, los cráteres submarinos emitieron, a intervalos, una cantidad prodijiosa de yeso i otras exhalaciones minerales i en ciertos lugares ocasionalmente derramaron lavas de una natutaleza felspática principalmente. En este período, algunas islas cubiertas de pinos i compuestas de pórfidos, rocas primarias i los estratos yesosos mas inferiores, habian sido ya localmente solevantadas i espuesta a la accion de las olas. Sin embargo, el movimiento jeneral en esta época, sobre una área mui ancha, era de lenta

inmersion, prolongado hasta que el lecho del mar se hundió varios miles de piés.

En Chile Central, despues de la deposicion de una gran masa de los estratos yesosos i despues de su solevantamiento, que formó la cumbre i los cordones adyacentes, se acumuló una basta pila de materia tobácea i lavas submarinas, donde se halla ahora la cadena de Uspallata. Así mismo, despues de la deposicion i solevantamiento de los estratos yesosos equivalentes del cordon de Piuquénes, se acumuló la gran espesa masa de conglomerado del valle de Tenuyan. Durante la deposicion de los estratos de Uspallata, sabemos, con certeza, por los árboles enterrados en su posicion vertical, que hubo un hundimiento de algunos miles de piés; i podemos inferir por la naturaleza del conglomerado del valle de Tenuyan que un movimiento semejante i quizas contemporáneo tuvo lugar ahí. Tenemos entónces que ha habido un segundo gran período de hundimiento; i como en el caso del hundimiento que acompañó la acumulacion de los estratos cretáceo-oolíticos, este último hundimiento debe haberse hallado complicado por un movimiento elevatorio local o alternado porque los árboles verticales, enterrados en medio de los estratos de Uspallata, deben haber crecido en tierra descubierta, formada por el solevantamiento de los lechos submarinos inferiores. Debemos observar que en un período todavia mas posterior, es decir, al principio mas o ménos de los antiguos depósitos terciarios de la Patagonia i de Chile, el continente se halló aproximadamente a su nivel actual i en seguida, por la tercera vez, se hundió lentamente varios cientos de piés i de nuevo emerjió, hasta su nivel presente en la misma forma gradual.

Los picos mas altos de la cordillera constan de volcanes activos i con mas frecuencia durmientes, tales como el Tupungato, el Maipo i el Aconcagua que tiene una altura de 23,000 piés sobre el mar, i muchos otros. Los que siguen en altura se hallan formados de los estratos yesosos i porfídicos, colocados en posiciones verticales o mui inclinados. Ademas de esta elevacion adquirida por dislocaciones angulares,

infiero sin ninguna vacilacion—en vista de las franjas de grava estratificada que ascienden gradualmente los valles de la cordillera, por los llanos de grava que se hallan en la base de ésta, los cuales se hallan relacionados con los llanos de la costa todavia cubiertos con conchas recientes, que este gran cordon ha sido solevantado en masa por un movimiento lento hasta la enorme suma de 8,000 piés, por lo ménos. En el valle del Despoblado, al N. de Copiapó, la elevacion horizontal, juzgando por el depósito tobáceo estratificado compacto que cubre las montañas distantes, a alturas correspondientes, fué cerca de 10,000 piés. Es mui posible, o mas bien probable, que esta elevacion en masa pueda no haber sido estrictamente horizontal, sino mas enérjica en la cordillera que hácia la costa en ámbos lados; no obstante, estos movimientos pueden distinguirse convenientemente de los que han dislocado i trastornado abruptamente los estratos. Observando la cordillera aun ántes de haber leido las profundas «Investigaciones sobre la Jeolojía Física» de Mr. K. Hopkins, me habria formado la conviccion de que las dislocaciones angulares, aunque violentas, se hallaban enteramente subordinadas en importancia al gran movimiento ascendente en masa, i que ellas habian sido producidas por los bordes de las anchas grietas, que necesariamente resultaron de la tension del área elevada al ceder al impulso interior de la roca eruptiva que produjo su inversion.

Los cordones formados por los estratos solevantados angularmente no son nunca de gran estension. En las partes centrales de la cordillera son jeneralmente paralelos entre sí i corren en líneas de N. a S. pero hácia los flancos toman una direccion a menudo mas o ménos oblicua. La dislocacion angular ha sido mucho mas violenta en las líneas principales del centro que en las esteriores; pero ha sido violenta igualmente en algunas de las *líneas menores* de los flancos estremos. La violencia ha sido mui desigual en las mismas cortas líneas; habiendo tendido aparentemente la corteza a ceder en ciertos puntos, a lo largo de las grietas. Estos puntos, he tratado de demostrar, fueron primeramente sin duda

los focos de erupcion i en seguida de masas inyectadas de pórfido i andesita (1).

La estrecha similitud de los granitos andesíticos i pórfidos en todo Chile, la Tierra del Fuego i aun el Perú, es mui notable. El predominio del feldespato análogo a la albita es comun no sólo a las andesitas, sino (segun la alta autoridad del profesor G. Rose i mis propias observaciones) a los varios pórfidos arcillosos i dioríticos, i a las lavas traquíticas de la Cordillera. Las rocas andesíticas han sido, en la mayoz parte de los casos, las últimas inyectadas i probablemente forman una cúpula continua bajo este gran cordon; se hallan en íntima relacion con las lavas modernas i parecen haber sido el ajente inmediato del metamorfismo de la formacion del conglomerado porfídico i a menudo igualmente de los estratos yesosos, hasta el grado estraordinario en que se presentan. Con respecto a la edad en que fueron solevantados los varios cordones paralelos que componen la Cordillera, hai poca evidencia. Muchos de ellos deben haber sido elevados e inyectados contemporáneamente en líneas paralelas de grietas. Pero los guijarros provenientes sin duda de la denudacion i desgaste de la formacion del conglomerado porfídico, que se hallan presentes a veces en las partes superiores de esta misma formacion, i con frecuencia en la formacion yesosa, juntamente con los guijarros de las partes basales de esta última formacion en sus estratos superiores, manifiestan casi con certeza que grandes porciones, quizas cordones, de estas dos formaciones, fueron sucesivamente solevantados. En el caso del jigantesco Portillo, podemos estar casi ciertos que una cadena de granito preexistente fué solevantada (i no por un simple impulso, como lo demuestran las corrientes basálticas mui inclinadas del valle en el flanco E.) en un período subsiguientemente al levantamiento del cordon paralelo de Piuquenes. Ademas, subsiguientemente al

---

(1) Sir R. Murchisson dice que no se encuentra el granito verdadero en las montañas mas altas del Ural; sino que la diorita sienítica—roca mui análoga a nuestra andesita, es la mas abundante de las masas eruptivas.

levantamiento de la cadena de la Cumbre, la de Uspallata fué formada i elevada; i despues en el llano de Uspallata algunos lechos de arena i grava fueron violentamente solevantados. La variedad de especies de pórfidos i andesitas que se penetran mútuamente i la infinidad de dikes de varia composicion que se entrecruzan i cortan, demuestran plenamente que la corteza estratificada ha sido distendida i ha cedido muchas veces en un mismo punto. Con respecto a la edad de los ejes de elevacion entre el Pacífico i la Cordillera, sé poco; pero hai algunas líneas—a saber—las que corren de N. S. en Chiloé, las ocho o nueve de punta Rumena, paralelas, mui dilatadas, simétricas, uniclinales, que corren de E. a O. i las líneas cortas de Concepcion de NO. a SE. i NE. a SO. que deben haber sido solevantadas mucho despues de la formacion de la cordillera. En el solevantamiento de algunos piés sobre el área circundante de la isla de Santa María, en el terremoto de 1835, tenemos quizas un débil paso de la formacion de un eje de montaña subordinado. En algunos casos, sin embargo, por ejemplo, cerca de los Baños de Cauquénes, me sorprendió mucho la pequeña dimension de las aberturas o pasos abiertos a través de los cordones de montañas esteriores, comparadas con el tamaño de los mismos valles donde entran en la Cordillera i esta circunstancia no me parece esplicable sino en el caso que las líneas esteriores hayan sido solevantadas subsiguientemente i espuestas por consiguiente a una suma menor de denudacion. La inclinacion o declive uniforme de las franjas de grava que siguen el curso de los valles de la cordillera, manifiesta a mi juicio que muchas de las mayores dislocaciones tuvieron lugar en los principios de la gran elevacion en masa. He citado un caso sin embargo i M. de Tschudi ha dado otro de un cordon solevantado en el Perú a traves del lecho de un rio i consiguientemente despues de la final elevacion del continente sobre el nivel del mar. (1).

---

(1) He tratado de demostrar en otras partes (Journal) que el hecho singular de que el rio que riega el valle entre estos dos cordones pase por el Portillo i la línea mas alta, se esplica por su lenta i subsiguiente elevacion.

Respecto a las formaciones terciarias mas antiguas, no resumiré nuevamente las observaciones dadas al fin del capítulo V sobre su gran estension, especialmente a lo largo de las costas del Atlántico; sobre su antigüedad, que quizas corresponde a la de los depósitos eocenos de Europa; sobre la semejanza casi completa—aunque las formaciones son aparentemente contemporáneas—de los fósiles de las costas oriental i occidental, como acontece actualmente en un grado todavía mas marcado con las conchas vivientes en ámbos océanos; sobre el clima de este período que no ha sido mas tropical que lo que corresponde a las latitudes de los lugares en que tuvieron lugar los depósitos, circunstancia mui digna de notarse, por su oposicion con lo que se sabe tuvo lugar durante los períodos terciarios mas antiguos de Europa e igualmente con el hecho de que el hemisferio austral ha esperimentado en un período mui posterior, al mismo tiempo al parecer que el hemisferio N., una temperatura mas fria o mas uniforme como se desprende de las zonas afectadas anteriomente por la accion del hielo. No resumiré igualmente las pruebas del hundimiento del mar en las costas oriental i occidental en la proporcion de 700 a 800 piés, durante este período terciario; movimiento que debe haber sido sin duda co-extensivo o aproximadamente co-extensivo con los depósitos de esta edad. No repetiré los hechos i razones en que se funda la conclusion que cuando el lecho del mar se halla estacionario o en movimiento ascendente las circunstancias son mucho ménos favorables que cuando su nivel está hundiéndose a la acumulacion de depósitos conchíferos de suficiente espesor, estension i dureza para resistir, cuando solevantados, la accion ordinaria i poderosa de la denudacion. Hemos visto, ademas, que la ausencia mui notable de toda formacion *estensa*, con conchas vivientes, en las costas orientales u occidentales del continente—aunque estas costas abundan actualmente en moluscos vivientes i son i deben haberlo sido siempre mui favorables a la deposicion de sedimentos, como lo fueron cuando las formaciones terciarias se depositaron abundantemente, i aunque han sido

solevantadas hasta una suma enteramente suficiente para poner en descubierto estratos que corresponden a profundidades las mas fértiles para la vida animal—puede esplicarse satisfactoriamente por la proposicion anteriormente enunciada. Se trató de demostrar igualmente, primero, que la falta de estrecha correlacion de los fósiles de las formaciones sucesivas i de los pisos sucesivos de la misma formacion, se debería a la improbabilidad de que el movimiento de inmersion de una misma área haya continuado de un período total a otro, o aun solamente durante un período entero; i en segundo lugar que si ciertas épocas han sido favorables, en distantes puntos de una misma rejion de la tierra, a la acumulacion sincrónica de estratos fosilíferos, ello se seguiria de la contemporaneidad de movimientos de inmersion como de elevacion, sobre áreas mui dilatadas.

Hai otro punto que merece mencionarse, a saber, la analojía entre las partes superiores de la formacion terciaria patagónica i de los lechos superiores i talvez contemporáneos de Chiloé i Concepcion, con la gran formacion yesosa de la cordillera; porque en ámbas formaciones las rocas presentan en su fusibilidad, en contener yeso, i en otros caracteres, una relación intima o remota con la accion volcánica; i como los estratos en ámbas fueron acumulados durante un hundimiento, parece al principio natural conexionar este movimiento depresorio con un estado de grande actividad en los volcanes vecinos. Durante el período cretáceo-oolítico éste debe haber sido el caso ciertamente en el Puente del Inca, a juzgar por el número de corrientes de lava intercaladas en los estratos inferiores, que alcanzan un espesor de 3,000 piés.

Pero, en jeneral, parece que los orificios volcánicos existieron en este tiempo a manera de solfataras submarinas, las cuales, sin duda eran tranquilas en comparacion con su estado durante la acumulacion de la formacion de conglomerado porfídico. Durante la deposicion de los estratos terciarios, sabemos que en Santa Cruz fueron derramados verdaderos diluvios de lava basáltica; pero como éstos se encuen-

tran en la parte superior de la serie, es posible que el hundimiento haya cesado en ese tiempo. En Chiloé no hai datos bastantes para determinar a qué parte de la serie pertenecen los bancos de lava. Las tobas de Uspallata i las grandes corrientes de lavas submarinas corresponden probablemente a la edad intermedia entre las formaciones cretáceo-oolítica i los terrenos terciarios mas antiguos i sabemos por los árboles enterrados que tuvo lugar ahí un gran hundimiento durante su acumulacion; pero aun en este caso, el hundimiento no debe haber sido estrictamente contemporáneo con las grandes erupciones volcánicas, porque debemos creer en un período de elevacion intermedia por lo ménos, durante el cual emerjió la tierra en que crecieron los árboles fósiles. He debido hacer estas observaciones i no aceptar la estricta contemporaneidad de una grande actividad volcánica i los movimientos de inmersion, por la convicion que he adquirido en el estudio de las formaciones de coral, de que estas dos acciones no se producen en jeneral sincrónicamente; ántes, por el contrario, en los distritos volcánicos cesa todo movimiento depresorio tan pronto como los orificios renuevan su accion i sólo comienzan cuando éstos vuelven a su estado de quietud.

En un último período, el lodo pampeano, de oríjen estuárico, fué depositado sobre una área dilatada, en un distrito, concordantemente sobre los estratos antiguos terciarios subyacentes, i en otros discordantemente sobre ellos, despues del solevantamiento i denudacion de estos terrenos. Sin embargo, ántes i durante la acumulacion de estos antiguos estratos terciarios i por consiguiente en un período mui remoto, fué depositado un sedimento mui semejante al de las Pampas; demostrando así durante qué dilatado tiempo unas mismas ajencias han obrado sobre una misma área. La deposicion del lodo pampeano estuárico fué acompañada, por lo ménos en las partes australes de las Pampas, por un movimiento elevatorio, de manera que los lechos de Monte Hermoso fueron acumulados probablemente despues del solevantamiento de los estratos que rodean la sierra Venta-

na, i los de Punta Alta despues de los de Monte Hermoso. Hai, sin embago, algunas razones para creer que un período de hundimiento intervino, dnrante el cual el lodo fué depositado sobre la arena basta de las barrancas de San Gregorio i sobre las rejiones elevadas de la Banda Oriental. Los mamíferos característicos de esta formacion, en su mayor parte mui diferentes de los que habitan actualmente Sud-América, como los mamíferos eocenos de Europa de los actuales de esa parte del globo, co-existieron sin duda en Bahía Blanca con veinte especies de moluscos, un balano i dos corales, todos ahora vivientes en los mares adyacentes; e igualmente en Patagonia el Macrauchenia, coexistió con ocho conchas, que son todavía las especies comunes de esta costa. No repetiré lo que he dicho en otra parte, sobre la habitacion, alimento, ancho rango i estincion de los numerosos jigantescos mamíferos que habitaron las dos Américas en este último período.

La naturaleza i agrupacion de las conchas fósiles de las antiguas formaciones terciarias de la Patagonia i Chile demuestran que el continente en ese período deba haberse hallado sólo unas pocas brazas bajo su nivel actual, i que en seguida se sumerjió 700 u 800 piés en una área dilatada.

El regreso a su nivel actual ha sido descrito detalladamente en los capítulos 1.º i 2.º. Como ahí se manifestó, se encuentran conchas recientes en las costas del Atlántico, desde la Tierra del Fuego hácia el N., en un espacio de 1,180 millas llas náuticas por lo ménos i a la altura de cerca de 100 piés en la Plata i 400 en Patagonia. Los movimientos elevatorios de este lado del continente han sido lentos; i las costas de la Patagonia hasta la altura, en una parte, de 950 piés i en otra de 1,200 piés, se hallan dispuestas en ocho grandes llanos escalonados, llanos de grava, que se estienden por cientos de millas en una misma altura. Este hecho demuestra que los períodos de denudacion (los cuales juzgando por el monto de la materia removida deben haber sido mui prolongados) i de elevacion fueron sincrónicos sobre mui grandes estensiones de costa. En las costas del Pacífico se han encontrado actual-

mente conchas solevantadas de especies recientes en jeneral, aunque no siempre, en el mismo número proporcional que en los mares adyacentes, en un espacio de N. a S. de 2,075 millas i hai razones para creer que se encuentran en un espacio de 2,480 millas. La elevacion en este lado occidental del continente no ha sido igual; en Valparaiso, dentro del período durante el cual las conchas solevantadas han permanecido intactas en la superficie, ha sido de 1,300 piés, miéntras que en Coquimbo, 200 millas hácia el N., ha sido dentro del mismo período, sólo de 252 piés.

En Lima, la elevacion ha sido de 80 piés por lo ménos desde la existencia del Indio; pero el nivel en las épocas históricas se ha deprimido aparentemente. En Coquimbo, dentro de una altura de 364 piés, la elevacion ha sido interrumpida por cinco períodos de comparativo reposo. En varios lugares la tierra ha sido elevada últimamente algunos pocos piés durante los últimos temblores o se halla elevándose todavia ya insensiblemente, ya por repentinos sacudimientos. Esto demuestra que estas dos especies de movimientos elevatorios se hallan intimamente relacionados. En un espacio de 775 millas se han hallado conchas solevantadas recientes en los dos lados opuestos del continente, i en la mitad S. de este espacio puede inferirse seguramente por el declive de la tierra hasta la cordillera i por las conchas halladas en la parte central de la Tierra del Fuego i en el rio Santa Cruz, que el ancho total del continente ha sido solevantado. En vista de la presencia jeneral en las costas de ámbos continentes de líneas sucesivas de escarpes, de dunas i marcas de erosion, debemos concluir que el movimiento elevatorio ha sido normalmente interrumpido por períodos en que la tierra o se hallaba estacionaria o se elevaba en una proporcion tan lenta que no podia resistir el poder promediado de denudacion de las olas o se hundia. En el caso de los altos barrancos actuales de la Patagonia i en otros ejemplos análogos, hemos visto que la dificultad de esplicar cómo los estratos pueden ser removidos a aquellas profundidades en que las corrientes i oscilaciones del agua se hallan depositando una superficie ni-

velada de lodo, arena i guijarros, lleva a la conclusion que la formacion o denudacion de tales barrancos ha sido acompañada por un movimiento depresorio.

En Sud-América todo ha tenido lugar en grande escala, i todos los fenómenos jeolójicos se hallan todavia en actividad. Sabemos cuán violentos son los temblores actuales; hemos visto cuán grande es el área que al presente está elevándose; i los llanos de orijen terciario son de vastas dimensiones. Una línea casi recta puede trazarse desde la Tierra del Fuego, 1,600 millas hácia el N. i probablemente por mucho mayor distancia, i esta línea no atravesaria ninguna formacion mas antigua que los depósitos patagónicos. Tan uniforme ha sido el solevantamiento de los lechos, que a lo largo de esta prolongada línea no se ha observado en ninguna parte una sola falla en la estratificacion o dislocacion abrupta de los estratos.

Refiriéndome a las rocas plutónicas, basales i metamórficas del continente, las áreas que forman son igualmente vastas, i sus planos de crucero i foliacion corren por enormes espacios en uniformes direcciones. La cordillera con sus picos altísimos que se elevan a mas de 20,000 piés sobre el nivel del mar, corre en un rumbo uniforme desde la Tierra del Fuego hasta el Círculo Artico aparentemente. Este gran cordon ha sufrido las mas violentas dislocaciones i lentos, aunque vastos movimientos elevatorios i depresorios en masa. No sé si el espectáculo de sus inmensos valles, con sus estupendas masas de montañas de rocas eruptivas i fundidas, ahora desnudas e intersectadas, o si la vista de aquellos llanos compuestos de guijarros i sedimentos de ellas derivados, que se estienden a las orillas del océano Atlántico, son mas dignos de escitar nuestra admiracion que la suma de denudacion i desgaste que estas montañas han sufrido.

La cordillera desde la Tierra del Fuego hasta Méjico, se halla penetrada por orificios volcánicos i los ahora en actividad se hallan conectados por grandes líneas de continuidad. La relacion íntima entre sus erupciones recientes i la lenta elevacion del continente en masa, me parece mui importan-

te porque no puede darse una esplicacion satisfactoria de uno de estos fenómenos que no sea aplicable al otro. La permanencia de la accion volcánica en esta cadena de montañas es tambien un hecho sorprendente; primero, tenemos los diluvios de lavas submarinas alternando con los estratos del conglomerado porfídico, despues ocasionalmente corrientes felspáticos i abundantes exhalaciones minerales durante el período yesoso o cretáceo-oolítico; en seguida, las erupciones del cordon de Uspallata, i en un antiguo pero desconocido período, cuando el mar llegaba hasta el pié oriental de la cordillera, las corrientes de lava basáltica al pié del cordon del Portillo; posteriormente, las erupciones terciarias antiguas i por último suelen encontrarse entre las montañas unas formaciones volcánicas mui denudadas i aparentemente mui antiguas i sin cráteres; hai tambien cráteres enteramente estinguidos, otros en la condiccion de solfataras i otros ocasional o habitualmente en viva actividad. Esto manifiesta que la cordillera ha sido probablemente, con algunos períodos tranquilos, una fuente de materia volcánica desde una época anterior a nuestra formacion cretáceo-oolítica hasta la época actual; i los temblores actuales que se presentan diariamente en la costa occidental, son signos inequívocos de que la enerjía subterránea aun no se encuentra agotada.

Considerando que algunos por lo ménos de los cordones paralelos que juntos componen la cordillera, fueron sucesiva i lentamente solevantados en períodos mui diversos i que todo el conjunto, una vez ciertamente i talvez dos, se sumerjió algunos miles de piés, emerjió en seguida por un lento movimiento en masa i de nuevo durante las antiguas formaciones terciarias se hundió varios cientos de piés i nuevamente emerjió hasta su nivel actual por un lento i a menudo interrumpido movimiento; vemos cuán opuesta es esta complicada historia de cambios lentamente efectuados a la opinion de los jeólogos que creen que esta gran cadena de montañas fué formada en los últimos tiempos por un solo sacudimiento. He tratado de demostrar anteriormente que la condicion escesivamente trastornada de los estratos de la cordillera,

lejos de demostrar solamente períodos de estrema violencia, presenta insuperables dificultades si no se admite que las masas fundidas de los ejes hayan sido inyectadas repetidamente con intervalos suficientemente largos para su sucesivo enfriamiento i consolidacion. Por último, si tenemos presente las analojías deducidas de los cambios actualmente en progreso de la corteza terrestre, la manera cómo la materia volcánica es emitida, o el modo en que la tierra ha sido elevada i deprimida en la época histórica; si consideramos ademas la vasta suma de denudacion que ha sufrido claramente cada porcion de la cordillera, veremos que los cambios por los cuales ha llegado a su presente condicion, aparecerán que no han sido realizados demasiado lentamente ni han sido mui complicados.





I

Período pleistoceno.—Solevantamiento de la costa oriental

Conchas solevantadas de La Plata.—Bahía Blanca, dunas i guijarros de pomez.—Llanos escalonados de la Patagonia, con conchas solevantadas.—Terraplenes limítrofes del valle del Santa Cruz, anteriormente un estrecho de mar.—Conchas solevantadas de la Tierra del Fuego.—Lonjitud i anchura del área elevada.—Uniformidad de los movimientos, como se manifiesta por las altitudes semejantes de los llanos.—Lentitud del proceso elevatorio.—Formacion de los llanos escalonados.—Resúmen.—Gran formacion de grava de la Patagonia; su estension, oríjen i distribucion.—Formacion de los barrancos marinos.

II

Período pleistoceno.—Solevantamiento de la costa occidental

Archipiélago de Los Chonos.—Chiloé, elevacion reciente i gradual, tradiciones.—Concepcion, terremoto i elevacion. —Valparaiso, gran elevacion, conchas solevantadas, suelo

de oríjen marino, elevacion gradual del terreno dentro del período histórico.—Coquimbo, elevacion, en época reciente; terraplenes de oríjen marino, su inclinacion, sus escarpes no son horizontales.—Huasco, terraplenes de grava, Copiapó. —Cobija, Iquique i Arica; conchas solevantadas.—Lima, lechos conchíferos i líneas de playa en San Lorenzo, restos humanos, tierra cocida fósil, efectos de un terremoto, hundimiento reciente.—Sobre la desaparicion de las conchas solevantadas.—Resúmen jeneral.

III

Pleistoceno de Chile

Llanos-hoyas de Chile, su irrigacion, su oríjen marino.—Señales de la accion del mar en el flanco oriental de la cordillera.—Terraplenes inclinados en forma de franjas de guijarros estratificados dentro de los valles de la cordillera; su oríjen marino.—Cantos del valle del Cachapoal.—Elevacion horizontal de la cordillera.—Formacion de los valles.—Cantos trasportados por las olas en los terremotos.—Depósitos salinos superficiales.—Lecho de nitrato de soda en Iquique. —Inscrustaciones salinas.—Lagos de sal de La Plata i de la Patagonia; pureza de la sal; su oríjen.

IV

Pleistoceno de la Arjentina

Constitucion mineralójica de las Pampas.—Estructura microscópica.—Buenos Aires, conchas enterradas en la tosca. —Buenos Aires al Colorado.—Sierra Ventana.—Bahía Blanca; Monte Hermoso; huesos e infusorios; Punta Alta; conchas huesos e infusorios; coexistencia de las conchas recientes i mamíferos estingüidos.—De Buenos Aires a Santa Fé.—Esqueletos del Mastodonte.—Infusorios.—Estratos terciarios, marinos inferiores, su edad.—Dientes de Caballo.—La Ban-

da Oriental.—Formacion pampeana superficial.—Estratos terciarios inferiores, variacion i relacion con la accion volcánica: Macrauchenia Patachonica de San Julian en la Patagonia edad subsiguiente al período de los moluscos vivientes i de los bloques erráticos.—Resúmen.—Area de la formacion pampeana.—Teorías de su oríjen.—Fuentes del sedimento.—Oríjen estuárico.—Contemporaneidad con los moluscos existentes.—Relaciones con los estratos terciarios subyacentes.—Antiguo depósito de oríjen estuárico.—Elevacion i sucesiva deposicion de la formacion pampeana.—Número i estado de los restos de mamíferos; su habitacion, alimento, estincion i área.—Conclusion.—Localidades de las pampas en que se han encontrado los restos.

V

Terciario antiguo.—Eoceno

Rio Negro.—San José.—Puerto Deseado; lodo blanco pumiceo con infusorios.—Puerto San Julian.—Santa Cruz, lava basáltica de.—Puerto Gallegos.—Tierra del Fuego oriental; hojas de fagus estinguidos.—Resúmen sobre las formaciones terciarias de la Patagonia.—Formaciones terciarias de la costa occidental.—Grupos de los Chonos i Chiloé, rocas volcánicas. — Concepcion, Navidad.— Coquimbo.— Resúmen. — Edad de las formaciones terciarias.—Líneas de elevacion. — Madera silicatada.—Areas comparativas de los moluscos estinguidos i vivientes de la costa occidental de Sud-América.— Clima del período terciario.—Causas de la ausencia de depósitos conchíferos recientes en las costas de Sud-América.— Deposicion contemporánea i conservacion de las formaciones sedimentarias.

VI

Rocas plutónicas i metamósficas

VII

Formaciones secundarias

de Uspallata.—Estructura i naturaleza de los estratos.—Arboles verticales silicatados.—Gran hundimiento.—Rocas graníticas de los ejes.—Resúmen sobre el cordon de Uspallata; oríjen subsiguiente al de la cordillera principal; dos períodos de hundimiento; comparacion con la cadena del Portillo.

VIII

Formaciones secundarias

Seccion de Illapel a Combarbalá; formacion yesosa con madera silicatada.—Panulcillo.—Coquimbo; minas de Arqueros; seccion sobre el valle; fósiles.—Huasco, fósiles del.—Copiapó, seccion sobre el valle; Las Amolanas, madera silicatada, conglomerados, naturaleza de la tierra anterior, fósiles, espesor de los estratos; gran hundimiento.—Valle del Despoblado, fósiles, depósitos tobáceos, dislocaciones complicadas de.—Relaciones entre los antiguos orificios de erupcion i los ejes subsiguientes de inyeccion.—Iquique, fósiles de los depósitos salinos.—Venas metalíferas.—Resúmen sobre las formaciones yesosas i del conglomerado porfídico.—Gran hundimiento con elevaciones parciales durante el período cretáceo-oolítico.—Sobre la elevacion i estructura de la cordillera.—Recapitulacion de las series terciarias.—Relacion entre los movimientos de inmercion i la accion volcánica.—Formacion volcánica pampeana.—Movimientos elevatorios recientes.—Accion volcánica prolongada de la cordillera.—Conclusion.





9, 2
21 L
22, 2
24 L

a Patagon
a glabra
ornata
gonocelia



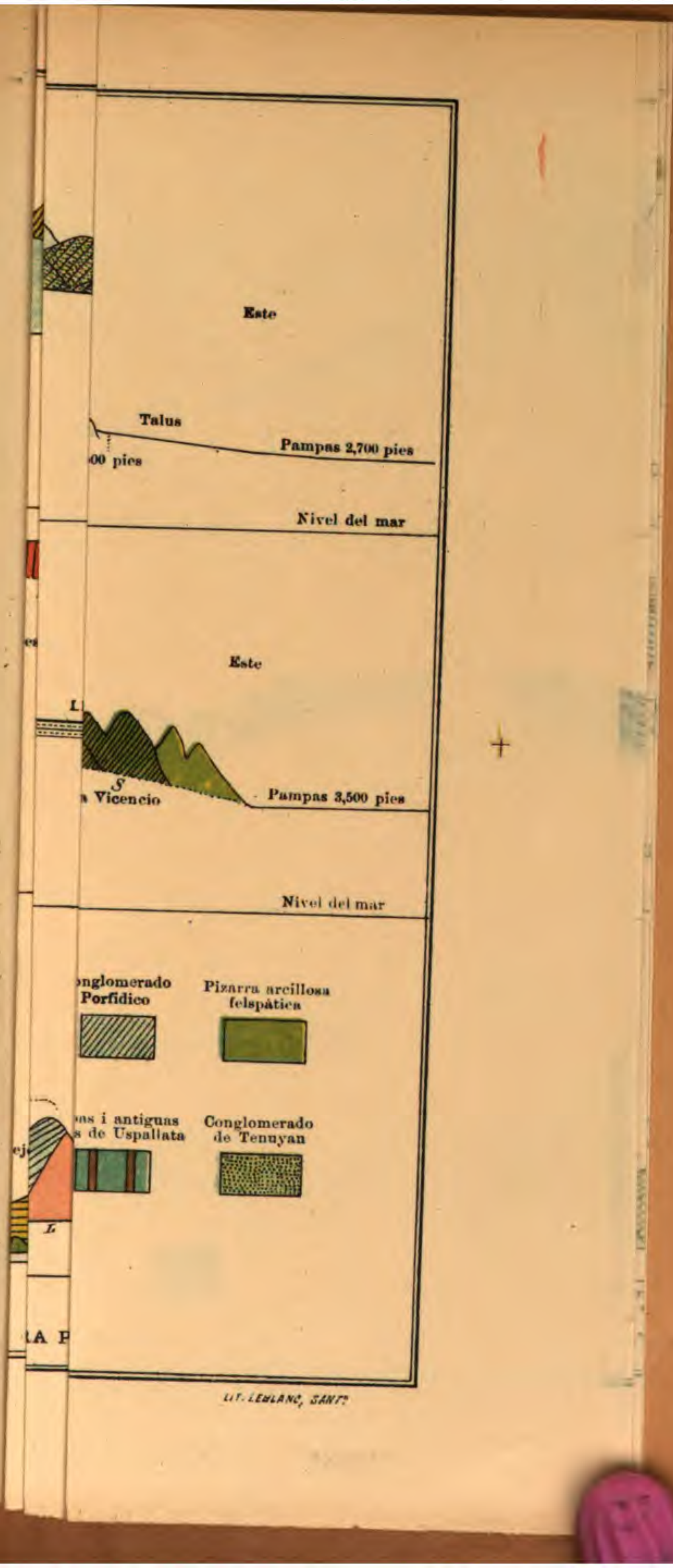


40



ca stric
solid
calaria
rochus

us
oides
bigu
epa



Este
Talus
Pampas 2,700 pies
00 pies
Nivel del mar
Este
L
S
Vicencio
Pampas 3,500 pies
Nivel del mar
nglomerado Porfídico
Pizarra arcillosa felspática
as i antiguas
s de Uspallata
Conglomerado de Tenuyan
L
RA P
LIT. LEBLANC, SANTº

1